Die vorpontische Erosion

von

R. Hoernes,

c. M. k. Akad.

(Mit 5 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 20. December 1900.)

Die erste Veranlassung, mich mit dem Gegenstande zu beschäftigen, dem die nachstehenden Ausführungen gewidmet sind, bot mir vor einigen Jahren eine Mittheilung von Dr. Franz E. Sueß, durch welche ich auf ein eigenartiges Vorkommen von *Melanopsis impressa* Krauß nächst Zemmendorf im Ödenburger Comitate aufmerksam gemacht wurde. Über die unmittelbaren Ergebnisse der Untersuchung jener Fundstelle, über die eigenartige, daselbst beobachtete Conchylienfauna und etwelche Wahrnehmungen, die sich auf den altbekannten Fundort Wiesen (Rétfalu) der sarmatischen Schichten beziehen, habe ich in einer kleinen, im 47. Bande des Jahrbuches der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien, 1897, S. 57 bis 94 veröffentlichten Arbeit (»Sarmatische Conchylien aus dem Ödenburger Comitat«) berichtet und erstlich die gemachten Wahrnehmungen dahin gedeutet, dass die betreffenden Schichten mit ihrer eigenartigen Mischung sarmatischer und pontischer Faunenelemente am ehesten der mäotischen Stufe Andrussows gleichgestellt werden können. Ich habe sodann kleine, in diesen Schichten vorkommende, sehr eigenthümliche evolute Gasteropodenschälchen, welche durch Übergangsformen mit *Hydrobia ventrosa* Mont. und *Hydrobia Frauenfeldi* M. Hoern. zusammenhängen, für nahe verwandt mit der heute im Baikalsee lebenden Gattung *Liobaikalia* E. v. Martens erklärt und

der Vermuthung Ausdruck gegeben, dass der von Humboldt u. a. als Relictensee gedeutete Baikalsee, dessen Relictennatur später so scharf bestritten wurde, wohl nicht im eigentlichen Sinne als Relictensee zu betrachten wäre, aber eine Relictenfauna beherberge, die von den jungtertiären Binnenfaunen Eurasiens herzuleiten sei.

Ich möchte zu meinen damaligen Ausführungen zunächst bemerken, dass ich mich seither davon überzeugt habe, dass die von mir als *Hydrobia (Liobaikalia) Sopronensis* geschilderten Gehäuse in ihren Gattungscharakteren übereinstimmen mit jenen Conchylien, für welche Brusina 1892 den Gattungsnamen *Baglivia* aufgestellt hat. Es konnte mir dies bei Besprechung der Reste aus den mäotischen Schichten des Ödenburger Comitates umso eher entgehen, als Brusina der Schilderung der Arten seiner Gattung *Baglivia* keine Abbildungen beigab (vergl. S. Brusina: »Fauna fossile terziaria di Markusevec in Croazia«. Glasnik Hrvatskoga Naravoslovnoga družtva, 1892, VII. Godina, p. 145 bis 149). Aus seiner Beschreibung ist es aber hinlänglich klar, dass es sich um sehr ähnliche, wenn nicht um identische Formen handelt. Hingegen gehört die überaus zierliche *Baglivia spinata* Lörenthey aus den jüngeren pontischen Schichten von Szegzárd unzweifelhaft einem ganz anderen Formenkreise an, wie aus der genauen Beschreibung und Abbildung (E. Lörenthey: »Neuere Daten zur Kenntnis der oberpontischen Fauna von Szegzárd«, Természetrajzi füzetek, vol. XVIII, 1895, p. 323, Taf. VIII, Fig. 1 bis 5) zur Genüge erhellt.

Brusina macht auch auf die Ähnlichkeit seiner *Baglivia* mit *Liobaikalia* aufmerksam, sieht aber in dem »Apex sinistral« der letzteren eine fundamentale Verschiedenheit, verweist auf die sehr geringen Dimensionen der *Baglivia*-Schälchen und bemerkt, dass der Umstand, dass diese fossil in Croatien vorkämen, *Liobaikalia* aber im Baikalsee lebe — beide also in Zeit und Raum weit getrennt seien — ihn in der Meinung bestärkten, beide trennen zu müssen. Im Jahre darauf (1893) macht Brusina allerdings in einer in Moskau veröffentlichten Abhandlung: »Sur la découverte d'une nouvelle faune dans les couches tertiaires à Congeria des environs de Zagreb

(Agram) et sur ses relations avec la faune récente de la mer Caspienne« darauf aufmerksam, dass die croatischen Congerienschichten Beziehungen zu der Baikalfauna aufzuweisen hätten; sein neues Genus *Baglivia* sei ähnlich der Gattung *Liobaikalia* Martens (*Leucosia* Dybowski), und etliche der croatischen *Valvata*-Arten erinnerten an im Baikal lebende Formen derselben Gattung.

Auf die Frage, ob die von mir als *Hydrobia sopronensis* geschilderten Formen, sowie Brusinas *Baglivia*-Arten in der That mit den im Baikal lebenden Liobaikalien, mit welchen ihre Gehäuse so große Ähnlichkeit aufweisen, zusammenhängen, möchte ich an dieser Stelle nicht weiter zurückkommen und auch jene Folgerungen, die sich allenfalls aus der Annahme eines genetischen Zusammenhanges jener Conchylien ableiten lassen, nicht weiter erörtern, zumal ich meinen, bereits im Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt geäußerten Ansichten nichts wesentliches hinzuzufügen habe, als den Hinweis darauf, dass Brusina schon vor mir zu ähnlichen Anschauungen gelangte, geführt durch Untersuchung ähnlicher Formen in den pontischen Schichten Croatiens. Ohne diese Darlegungen zu kennen, wurde ich bei der Betrachtung der mäotischen Reste aus dem Ödenburger Comitate veranlasst, einen Zusammenhang der jungtertiären Binnenfaunen Europas und der heute im Baikalsee lebenden Relictenfauna anzunehmen.

Ich beabsichtige, diesmal eine andere Frage näher zu beleuchten, welche ich bei der ersten Erörterung des Auftretens mäotischer Schichten im Ödenburger Comitate nur flüchtig berührte. Es betrifft dieselbe die »vorpontische Erosion«. E. Sueß hat ihr im ersten Bande seines großen Werkes: »Das Antlitz der Erde« (S. 422 bis 425) eine ausführliche Besprechung gewidmet. Im zweiten Bande (S. 384) kommt er bei der Erörterung der tertiären Meere und ihrer negativen und positiven Phasen auf die Resultate jener Ausführungen mit folgenden Worten zurück (nachdem die Verhältnisse der ersten und zweiten Mediterranstufe besprochen wurden): »Eine negative Phase folgt jetzt und trennt das sarmatische Gebiet ab; das ganze Donauthal, Galizien, das südliche Russland und der

letzte Rest des aralocaspischen Gebietes gehen nun verloren. Das Mittelmeer wird durch eine abermalige negative Bewegung sogar auf einen weit kleineren Raum als den heutigen eingeschränkt. Die östliche Grenze liegt wahrscheinlich in der Nähe von Corsica und Sardinien. Erst tritt im Rhônethal, in einzelnen Stellen des westlichen Ungarn und wohl auch sonst an anderen Orten Erosion von Thälern ein; später bilden sich weite Binnenseen mit Cardien, die pontische Stufe, aber das Eindringen von Seefischen, welche, um zu laichen, in diese Seen aufsteigen, lässt vermuthen, dass jetzt das negative Maximum schon vorüber sei, und dass es eigentlich in die Periode der Erosion der vorpontischen Thäler falle. Man kennt wirklich bis heute im Mittelmeere keine marinen Ablagerungen aus dieser Zeit, und darum konnte Neumayr die Vermuthung aussprechen, dass die Strandlinie damals wahrscheinlich tiefer gelegen sei als heute«.

Zu dieser letzteren Folgerung ist Neumayr schon vor mehr denn 20 Jahren gelangt (M. Neumayr: »Über den geologischen Bau der Insel Kos und über die Gliederung der jungtertiären Binnenablagerungen des Archipels«; Denkschr. Akad. Wien, 1879, XL, S. 255, 279).

Ohne vorläufig auf die weiteren, an diese vorpontische Erosion sich knüpfenden Beziehungen einzugehen, möchte ich zunächst die Spuren dieser Erosion in jenem Gebiete erörtern, in welchem sie Sueß zuerst festgestellt hat. Er sagt von den pontischen Schichten (»Antlitz der Erde«, I, S. 422): »In gewissen Gegenden, wie z. B. westlich vom Neusiedlersee ruhen sie in Thälern, welche in die zweite Mediterran- und die sarmatische Stufe eingegraben sind. Es muss daher ihrer Ablagerung eine vollständige Trockenlegung des Landes und die Erosion dieser Thäler durch strömendes Wasser vorausgegangen sein«.

Ich habe schon in meiner oben erwähnten Arbeit im Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt zu zeigen versucht, dass diese vorpontische Erosion gegen Ende der sarmatischen Stufe durch einen Rückgang der sarmatischen Gewässer eingeleitet wurde und dass mit großer Wahrscheinlichkeit die Zeit der theilweisen Zerstörung der sarmatischen Ablagerungen des

Wiener Beckens mit der »mäotischen Stufe« Andrussows zusammenfällt. Diese Annahme lässt sich stützen durch stratigraphische und faunistische Wahrscheinlichkeitsgründe. In den obersten Schichten der sarmatischen Stufe, welche in dem Eisenbahneinschnitte nächst der Station Rétfalu-Siklós (Wiesen-Sigless) der Südbahn aufgeschlossen sind, liegt eine Geschiebebank mit umgeformtem, von anderer Stelle hergetragenen sarmatischem Material (Rundmassen von Bryozoenkalk mit *Pleuropora lapidosa* Pallas und Serpula-Kalkstein — beide Gesteine sind bisher anstehend im Wiener Becken noch nicht nachgewiesen worden), gemengt mit Geschieben von Alpenkalk. An den Geschieben sitzen nicht selten kleine Exemplare von *Congeria Hoernesi* Brus. (= *Congeria triangularis* M. Hoern. non Partsch) in einer Weise, dass kaum daran gezweifelt werden kann, dass sie seinerzeit an die Geschiebe mit ihrem Byssus angeheftet waren, und zahlreiche Individuen von *Melanopsis impressa* Krauß liegen in dem Sande zwischen den Geschieben, der auch stellenweise mit diesen zu einem groben Conglomerat verbunden ist. Über dieser, nur wenige Centimeter mächtigen Bank aber folgen abermals Sande mit der sarmatischen Fauna: *Cerithium*, *Trochus*, *Mactra* etc. etc. in vollkommen frischen Exemplaren, die keineswegs so aussehen, als ob sie sich auf secundärer Lagerstätte befänden. Diese von mir als »mäotisch« angesprochenen Schichten habe ich sodann auch nächst Zemmendorf beobachtet und dort sehr große Mengen wohlerhaltener, theilweise noch Farbenspuren zeigende Gehäuse der *Melanopsis impressa* Krauß gesammelt (über die Varietäten derselben und ihre Beziehungen zu italienischen Typen vergl. Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt, loc. cit., S. 62 bis 68, sowie Taf. II, Fig. 1 bis 10). Die kleinen Hydrobien und Liobaikalien (Baglivien), welche ich aus den mäotischen Schichten von Zemmendorf beschrieb, stammen aus dem überaus feinen sandigen Ausfüllungsmaterial dieser *Melanopsis*-Gehäuse.

Ich habe nun im Sommer 1899 einige weitere Fundstellen dieser mäotischen Schichten im Ödenburger Comitate besucht und möchte über die daselbst hinsichtlich der Lagerungsverhältnisse gemachten Wahrnehmungen einiges mittheilen,

um die an die Verhältnisse zu Wiesen und Zemmendorf geknüpften Folgerungen durch Klarlegung analoger Befunde zu stützen.

Bei Drassburg (Darufalva) finden sich tiefe Wasserrisse, welche in die östliche flache Abdachung jenes Plateaus einschneiden, das im Marzer Kogelberg culminiert und im wesentlichen aus einer mächtigen Platte sehr flach gegen Ost geneigter sarmatischer Schichten besteht. Im Liegenden derselben ist im Westen gegen Marz (Marczfalva) und Walbersdorf (Borbolya) zunächst die zweite Mediterranstufe aufgeschlossen: zu oberst wenig mächtige Bänke mit Lithothamnienzerreibsel, Ostreen, Pectines und *Spondylus crassicosta*, darunter Mergel mit *Cardita Jouanneti* und *Ancillaria glandiformis*. Unter diesem Schichtencomplex folgt der »Schlier« mit *Aturia Aturi*, *Solenomya Doderleini*, *Pholadomya Fuchsi*, *Pecten denudatus*, *Brissopsis ottnangensis* u. s. w. (vergl. das Profil auf S. 58 im Jahrbuche der geologischen Reichsanstalt), in welchem 1899 in der Ziegelei des Herrn J. Prost in Walbersdorf ein sehr vollständiges Skelet eines Wales aufgedeckt wurde.

In den oben erwähnten Gräben bei Drassburg sieht man nun die wenig geneigten, fast horizontal und sehr regelmäßig gelagerten sarmatischen Schichten vortrefflich aufgeschlossen. In der Tiefe der Gräben sieht man tegelige Lagen, welche von mächtigen sandigen Schichten mit der bekannten sarmatischen Fauna, die hier kaum minder reich ist, als an dem Fundorte Wiesen, überlagert werden. In diesen sandigen Schichten tritt auch bei Drassburg ein harter Sandsteincomplex auf, welcher zu ausgedehntem Steinbruchbetrieb Veranlassung gab. Die obersten sarmatischen Schichten sind wieder weicher, stellenweise mergelig und tegelartig. Gegen Ost werden diese sarmatischen Schichten abgeschnitten durch unregelmäßig angelagerte Sande und Schotter, welche in großer Menge *Melanopsis impressa* Krauß führen, daneben aber auch zahlreiche sarmatische Conchylien, ferner *Helix*-Fragmente und *Congeria*. Von der letzteren liegt außer einigen Bruchstücken nur ein etwas besser erhaltenes größeres Exemplar der *Congeria Hoernesi* Brus. vor, zahlreiche Jugendexemplare fanden sich in dem

Ausfüllungsmaterial der *Melanopsis*, in welchem außerdem noch dieselben Hydrobien und Liobaikalien (Baglivien) wie in Zemmendorf beobachtet werden konnten.

Das Häufigkeitsverhältnis der *Melanopsis impressa* zu den sarmatischen und anderen Conchylien mag aus folgenden Angaben der Zahl der aufgesammelten Exemplare ersehen werden:

Buccinum duplicatum Sow.	21	
» cf. *Neugeboreni* Hoern. et Auing.	1	(abgerollt)
Murex sublavatus Bast.	3	
Pleurotoma (Clavatula) Sotterii Mich.	2	
» » *Doderleini* M. Hoern.	2	
Cerithium rubiginosum Eichw.	11	
» *pictum* Bast. (*mitrale* Eichw.)	94	
» *disjunctum* Sow.	30	
Melanopsis cf. *Bouéi* Fer.	14	(abgerollt)
Melanopsis impressa Krauß (ausgewachsen)	77	
Melanopsis impressa Krauß (jugendliche Individuen)	49	
Neritina	1	
Planorbis	2	
Helix	(zahlreiche Fragmente).	

Bemerkenswert scheint mir das Vorkommen der beiden, sonst als Seltenheit unter den sarmatischen Conchylien geltenden Pleurotomen. Von den sarmatischen Pelecypoden wurden nur etliche abgerollte Fragmente von *Tapes* und *Mactra* bemerkt. Die aufgesammelten Conchylien, sowohl die *Melanopsis*-Gehäuse, als alle übrigen Schalen waren mehr oder minder stark abgerollt, wie dies wohl bei der Natur der Ablagerung von Haus aus zu vermuthen war, denn die unregelmäßig wechselnden Lagen von gröberem und feinerem Sand und Schotter, sowie ihre stellenweise taschenartige Anordnung ließen kaum daran zweifeln, dass man es mit einer fluviatilen Anschwemmung zu thun habe. In unmittelbarer Nachbarschaft findet sich dann Löss, in charakteristischer Entwickelung mit zahlreichen Schalen von *Helix*, *Succinea*, *Pupa* u. s. w.

Die Lagerungsverhältnisse in den besprochenen Wasserrissen nächst Drassburg mag die nachfolgende nur wenig schematisierte Profilskizze veranschaulichen.

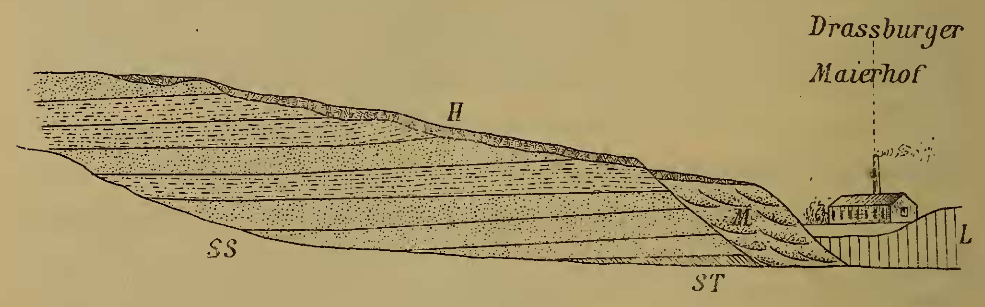


Fig. 1.

ST Sarmatischer Tegel.
SS Sarmatischer Sand und Sandstein.
M Mäotische Ablagerungen.
L Löss.
H Gehängschutt und Humus.

Ganz ähnliche Verhältnisse, wie wir sie am Ende der Ortschaft Drassburg in diesen Wasserrissen beobachten können, finden sich auch nächst dem kaum einen Kilometer in südöstlicher Richtung entfernten Baumgarten (Kertes). Hier läuft ein vom Plateau des Kogelberges herabkommendes Thälchen aus, in welchem 800 *m* vom Orte in WSW-Richtung nächst der derzeit verlassenen »Einsiedelei« die mäotischen Schichten aufgeschlossen sind. Auch hier sind es theils feine, theils gröbere Sande von unregelmäßiger Lagerung. Sie enthalten nur wenige und meist schlecht erhaltene, wie calciniert aussehende Conchylien. Es fehlen auffallenderweise sowohl die bei Drassburg so massenhaft eingeschwemmten sarmatischen Formen als *Melanopsis impressa* Krauß, dafür ist die bei Drassburg nur in Bruchstücken vorkommende *Helix* theilweise etwas vollkommener erhalten, so dass sie eine Vergleichung gestattet, wenn gleich die meist verdrückten und unvollkommen erhaltenen Exemplare eine sichere Bestimmung nicht zulassen. Ich muss mich deshalb auf die Bemerkung beschränken, dass die vorliegenden Gehäuse jenen der *Helix turonensis* von Grund so sehr gleichen, dass es mir nicht möglich war, einen

trennenden Unterschied festzustellen. Außerdem finden sich noch vereinzelte winzige und höchst zerbrechliche Cardien, welche nicht wohl zum Gegenstande genauerer Untersuchung und Bestimmung gemacht werden können, da es sich wahrscheinlich nur um Brut größerer Arten handelt. Wenige hundert Schritte thalaufwärts sind auch hier die fast horizontal gelagerten sarmatischen Schichten in einem größeren Steinbruch aufgeschlossen, in welchem die hier sehr festen Sandsteine und conglomeratischen Lagen gebrochen werden. In der Umgebung der Einsiedelei von Baumgarten sieht man ebenso wie in den Gräben bei Drassburg, dass die sanft gegen das Innere des Beckens geneigten sehr regelmäßig gelagerten sarmatischen Schichten abgeschnitten werden durch die steiler geneigten und unregelmäßiger gebildeten mäotischen Schichten, welche anscheinend erst nach einer ziemlich weitgehenden Zerstörung der sarmatischen Ablagerungen zum Absatz kamen. Es muss als wahrscheinlich bezeichnet werden, dass die Zerstörung der sarmatischen Ablagerungen stellenweise während der ganzen mäotischen Phase andauerte und wohl erst ihr Ende fand, als die pontischen Süßwasserseen zur Bildung gelangten. Zur Zeit der pontischen Stufe konnte im Wiener Becken eine tiefer gehende Zerstörung der sarmatischen Stufe nicht platzgreifen, da der Spiegel der pontischen Gewässer nachweislich höher stand, als jener des sarmatischen Binnenmeeres. Es sei daran erinnert, dass in der Nähe des Richardshofes auf dem Eichkogel bei Mödling pontische Sandsteine und Conglomerate mit den Hohldrücken von Congerien und von *Melanopsis Martiniana* transgredierend unmittelbar auf mesozoischen Kalken lagern. Umso intensiver aber war, wie am Ostabfalle des Kogelberges deutlich zu sehen, die Zerstörung der sarmatischen Schichten vor dem Beginne der pontischen Zeit.

Ein auch in technischer Hinsicht belangreiches Beispiel vom Auftreten mäotischer Schichten in Auswaschungen der vorhergehenden Ablagerungen findet sich im Weichbilde von Wien selbst. Die Anlage des Schleusenwerkes für den Donaucanal hatte infolge des Vorhandenseins einer mit mäotischem Sand gefüllten Tasche mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen. Es wurde eine ganz unerwartete, ungemein tiefe Fundierung

nöthig, bei der große Mengen Sand mit *Melanopsis impressa* angetroffen wurden.

Es ist sonach kaum daran zu zweifeln, dass im Wiener Becken und wohl auch noch in viel weiterer Erstreckung die Zeit vor Beginn der pontischen Stufe eine Epoche tiefgehender Zerstörung durch Erosion gewesen sein muss. Da diese Erosionsepoche, wie ich zu zeigen versuchte, mit der »mäotischen Stufe« Andrussows zusammenfällt, scheint es mir räthlich, zunächst einen Blick auf diejenige Gegend zu werfen, für welche diese Stufe errichtet und als selbständiges Glied zwischen die sarmatische und pontische Stufe eingeschoben wurde. Ich hatte Gelegenheit, jenes Gebiet im Jahre 1897 anlässlich des VII. internationalen Geologencongresses in Russland näher kennen zu lernen, und zwar die für das Studium der mäotischen Stufe zunächst wichtige Umgebung von Kertsch unter Führung Andrussows selbst, die Tertiärablagerungen an den Ufern des Dnieper aber unter jener Sokolows.

Die Schichten der »mäotischen Stufe« treten bekanntlich auch in Südrussland nicht allenthalben zwischen den Ablagerungen der sarmatischen und pontischen Stufen auf, worauf Andrussow schon in seiner Abhandlung: »Die Schichten von Kamyschburun und der Kalkstein von Kertsch in der Krim«, Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien, 36. Bd., 1886 besonders aufmerksam macht. Die damals noch mit Sinzow als »Verbindungsglied« zwischen den sarmatischen und pontischen Schichten bezeichneten mäotischen Ablagerungen wurden von Andrussow an vielen Stellen Südrusslands angeführt, aber auch auf Gegenden aufmerksam gemacht, wo sie fehlen und wo pontische Schichten unmittelbar auf den sarmatischen liegen. »Auf diesen Stellen« — sagt Andrussow loc. cit. S. 136 — »ist eine Erosionsepoche den pontischen Ablagerungen vorangegangen. So liegt z. B. gelber Steppenkalk mit *Dreissena rostriformis*, *Vivipara achatinoides* etc. zwischen Aitugan und Bescharak in der mittleren Krim auf dem sarmatischen Nubecularienkalke. Ähnliche Verhältnisse beobachtet man auch bei Aibar, Sarybasch und anderen Orten der westlichen Krim. Bei dem Dorfe Koutschen in der südlichen Hälfte der Halbinsel Kertsch liegen die horizontal abge-

lagerten Eisenerzschichten mit *Cardium acardo* etc. auf den stark aufgerichteten sarmatischen Schichten. Diese Erscheinungen beweisen nur, dass in der Zwischenzeit zwischen der sarmatischen und der pontischen Epoche das Meer im nördlichen Pontusgebiete stark zurückgetreten ist und dass die Gewässer der pontischen Epoche größere Flächenräume einnahmen, als die der Zwischenzeit. Infolge dessen sind in der Zwischenzeit einige früher unter dem Wasser gewesene Theile festes Land und der Erosion unterworfen gewesen, während an anderen Stellen sich Schichten bildeten mit einer gemischten Fauna, wie in Bessarabien, bei Odessa, bei Kertsch etc.«

Ich hatte nun Gelegenheit, bei Kertsch die »mäotische Stufe« in der durch Andrussow genauer studierten Entwickelung kennen zu lernen. Sie entspricht daselbst dem »Kalkstein von Kertsch«, der früher auch wohl dem Steppenkalk und der pontischen Stufe zugerechnet worden war. In der mäotischen Stufe von Kertsch oder dem Kalkstein von Kertsch in weiterem Sinne unterscheidet Andrussow drei Abtheilungen (vergl. Tabelle I in »Guide des excursions du VII congrès international, XXX, Environs de Kertch):

3. Obere Schichten mit *Congeria novorossica* Sinz., *Neritodonta simulans*, *Pyrgula purpurina*, *Micromelania turritissima*, *Valvata variabilis* etc.

2. Mitlere Schichten mit *Congeria panticapaea* Andrus., *Scrobicularia tellinoides*, *Hydrobia* var. sp., *Pyrgula pagodaeformis*, *Micromelania bosphorana* etc.

1. Untere Schichten (Kalkstein von Kertsch im engeren Sinne) mit *Modiola volhynica*, *Venerupis Abichi*, *Dosinia exoleta*, *Scrobicularia tellinoides*, *Lucina pseudonivea*, *Ervilia minuta*, *Cerithium rubiginosum* und *disjunctum*, *Rissoa subinflata*.

Während nun die oberen Schichten der mäotischen Stufe sowohl in faunistischer Hinsicht, wie in Bezug auf die Lagerungsverhältnisse einen allmählichen Übergang zu den Ablagerungen der pontischen Stufe darstellen — bei dem Besuche von Kertsch konnte ich dies am Nachmittag des 29. September 1897 an dem Profil der »Stary-Kantine« (vergl. Andrussow, loc. cit. S. 14, Fig. 11) sehr gut sehen — liegt eine auffallende

Discontinuität der Ablagerung zwischen der unteren Abtheilung der mäotischen Stufe und den darunter folgenden, obersten sarmatischen Bildungen. Die letzteren zeigen an ihrer oberen Grenze bei Kertsch riffartig entwickelte Bryozoenkalke mit *Membranipora lapidosa*. Man sieht sie sehr gut östlich von Kertsch, nächst der »Novy-Kantine«, wo sie eine Reihe von Klippen bilden, welche aus dem Meere aufragen (vergl. Andrussow, loc. cit. S. 8, Fig. 7). An der Küste sieht man die unteren mäotischen Schichten, den Kalkstein von Kertsch im engeren Sinne diesen Bryozoen-Riffen in einer Weise an- und aufgelagert, dass, wie Andrussow bemerkt, kein Zweifel darüber

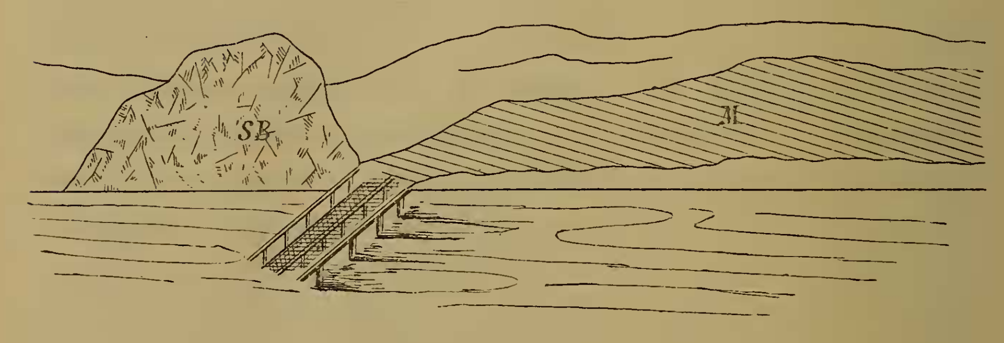


Fig. 2.

Neue Landungsbrücke östlich von Kertsch.

SB Sarmatische Bryozoenkalke mit *Membranipora lapidosa*.
M Kalkstein von Kertsch (untere mäotische Schichten).

sein kann, dass die gegenwärtige Form der aus dem Meer aufragenden Bryozoenfelsen nicht allein der Zerstörung durch das Meer, sondern auch ihrer ursprünglichen unregelmäßigen Gestaltung zuzuschreiben ist. Wir konnten uns hievon sehr gut überzeugen, als wir am Morgen des 29. September an einer neuen Landungsbrücke, welche aus Anlass der Ausbeutung der jungtertiären Eisenerze hier errichtet worden war, unmittelbar neben einem solchen Bryozoenriff das Land betraten. Der untere Theil der mäotischen Stufe war hier in großer Ausdehnung durch Steinbruchbetrieb aufgeschlossen; der eigentliche Kalkstein von Kertsch zeigte sich sehr reich an Versteinerungen, entsprechend der Andrussow'schen Liste. Ich kann die Bemerkung nicht unterdrücken, dass der Gesteins-

charakter und der vorherrschende Habitus der Fauna entschieden den Eigenthümlichkeiten der sarmatischen Stufe entspricht, doch treten im Kalkstein von Kertsch eben Formen auf, welche in den sarmatischen Schichten überhaupt fehlen, wie *Dosinia exoleta*, *Scrobicularia tellinoides*, *Lucina pseudonivea*, oder wie die Cerithien, in den sarmatischen Schichten der Umgebung von Kertsch nicht auftreten, während sie im Wiener Becken schon in den tieferen Horizonten derselben sich massenhaft finden.

Nach den von Andrussow gegebenen Darstellungen (vergl. insbesondere loc. cit. S. 9, Fig. 8, welche einen von mir nicht besuchten Punkt erläutert) könnte man annehmen, dass die unregelmäßige Fläche, mit welcher die Bryozoenkalke gegen die mäotischen Schichten abstoßen, nicht allein durch die schon ursprünglich unregelmäßige Begrenzung der obersarmatischen Riffbildungen, sondern auch durch eine theilweise Zerstörung der letzteren vor Ablagerung der mäotischen Schichten verursacht worden seien. Ich möchte dies aber kaum behaupten wollen, obgleich auch dort, wo der sarmatische Bryozoenkalk unter den mäotischen Schichten in mehr zusammenhängenden Massen auftritt, die mäotischen Bildungen in Taschen des Bryozoenkalkes eingreifen (vergl. loc. cit. S. 13, Fig. 10). An allen diesen Stellen der Umgebung von Kertsch ist zwischen den sarmatischen und mäotischen Schichten keine heteromesische Einlagerung zu constatieren, wohl aber eine plötzliche und durchgreifende Änderung im Charakter der Ablagerungen, die durch die verschiedene bathymetrische Stellung derselben bedingt zu sein scheint. Vermuthlich drückt sich in dieser Weise eine Schwankung im Stande des Wasserspiegels aus, die anderwärts, sowohl in der Krim, als auch — wie wir gleich sehen werden — an dem Unterlaufe des Dniepr weitergehende Verschiedenheiten in der Sedimentierung bewirkte. Hinsichtlich der Verhältnisse im Inneren der Krim muss ich auf die bereits oben angeführten Darlegungen Andrussows verweisen, nach welchen an vielen Stellen die mäotischen Ablagerungen fehlen und der pontischen Stufe eine Erosionszeit vorangieng. Die Ufer des Dniepr habe ich unter Führung Sokolows besucht und gesehen, dass entsprechend seiner

Darstellung (vergl. Guide des excursions du VII congrès, XXI, Excursion au Sud de la Russie, variante *C*, p. 13) die mäotischen Schichten an den vortrefflich aufgeschlossenen Steilufern nur bis zu einer gewissen Grenze zu verfolgen sind, jenseits derselben aber, bei Katschkarofka und weiter aufwärts fehlen, so dass die pontischen Schichten unmittelbar auf den sarmatischen liegen, während in der südwestlichen Region des Dniepr-Unterlaufes wenig (5 bis 12 *m*) mächtige gelbliche und weißliche Kalke mit unbedeutenden Einschaltungen von weißlichem Sand und grauem Thon auftreten, in welchem Complex die charakteristischen mäotischen Formen: *Dosinia exoleta* L., *Cerithium disjunctum* Sow., *Cerith. rubiginosum* Eichw. sich finden. Sokolow findet das Erscheinen einer großen Zahl von Cerithien in diesen Schichten bemerkenswert, da Cerithien den unterlagernden sarmatischen Schichten fehlen. Sowohl am Ende der sarmatischen Ablagerungen, als am Ende der pontischen Ablagerungen findet man in dieser Gegend Einschaltungen mit Süßwasser- und Landconchylien und Erosionsspuren.

Ein überaus instructives Detailprofil, welches die sarmatischen, die mäotischen und pontischen Ablagerungen übereinander zeigt, sahen wir am 13. September wunderschön aufgeschlossen an dem steilen rechten Ufer des Dniepr bei Kasatskaïa.

Es zeigt sich hier eine ziemlich auffallende wiederholte Änderung in der Sedimentation, indem vor und nach der Ablagerung der mäotischen Schichten mit *Dosinia exoleta* und *Cerithium disjunctum* heteromesische Bildungen: Süßwasserablagerungen mit eingeschwemmten Landconchylien sich einschalten und Spuren einer stattgefundenen Erosion sowohl unter, als über den mäotischen Ablagerungen sich zeigen. Es muss also in Südrussland gegen das Ende der sarmatischen Epoche das Meer, dessen überaus versteinerungsreichen Ablagerungen wir am 14. September 1897 bei Kascheumofka nächst Alexandrowsk kennen zu lernen Gelegenheit hatten, wo wir in Menge *Mactra ponderosa* Eichw., *Cardium obsoletum* Eichw., *Cardium Fittoni* d'Orb., *Cardium plicatum* Eichw., *Tapes gregaria* Partsch, *Ervilia podolica* Eichw.,

Nassa duplicata Sow., *Trochus pictus* Eichw., *Trochus Feneonianus* d'Orb., *Bulla Lajonkaireana* Bact. u. s. w. fanden, sich zurückgezogen haben, und eine erste Erosion und Einschwem-

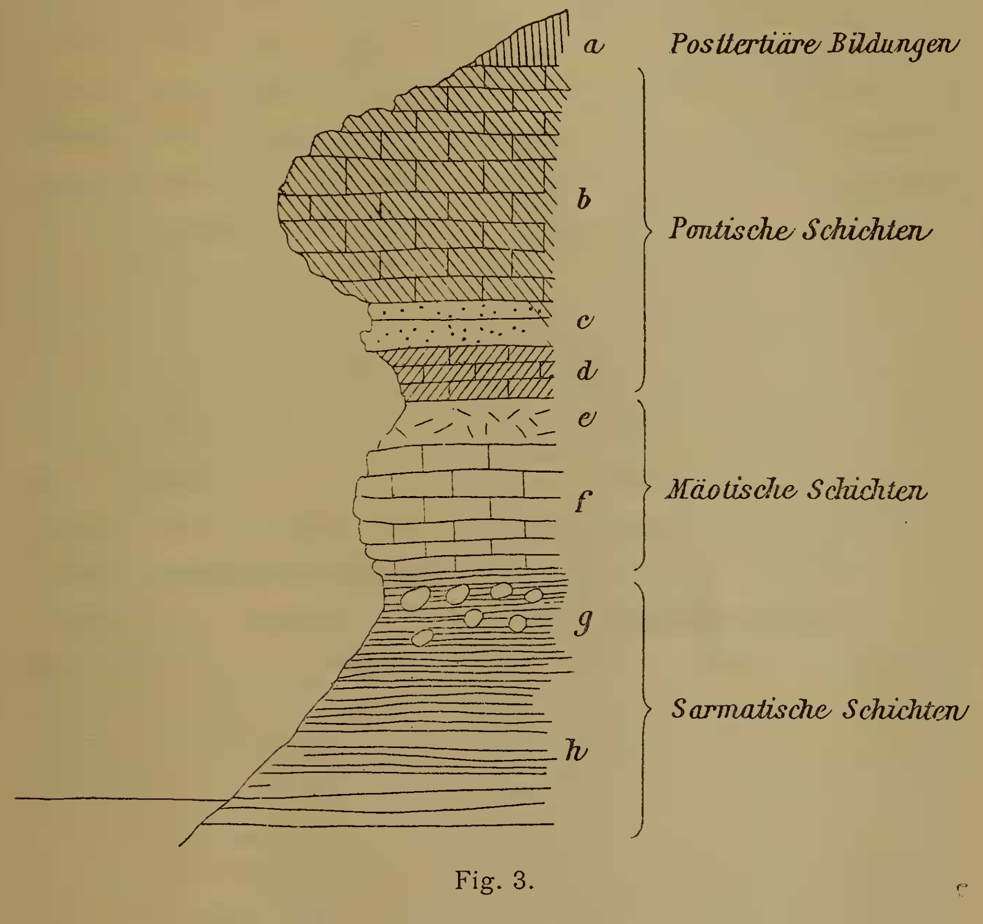


Fig. 3.

Profil bei Kasatskaïa am Dniepr nach Sokolow.

a Posttertiäre Ablagerungen.
b Rothgelber, pontischer Kalk.
c Thonige Lage mit Süßwasserconchylien.
d Oolithischer, gelblicher Kalk.
e Mergel mit *Helix* und *Planorbis*.
Grauer Kalk mit *Dosinia exoleta* und *Cerithium disjunctum*.
g Süßwasserablagerungen mit Spuren einer alten Erosion.
h Grünlichgraue Thone und weißliche Mergelkalke mit *Mactra*.

mung von Land- und Süßwasserconchylien trat ein. Dann folgte positive Bewegung, und die mötischen Schichten kamen zum Absatz. Der Stand des mötischen Meeres reichte aber nicht

so hoch als jener des vorangegangenen sarmatischen. Trotzdem müssen sich in der mäotischen Phase neue Communicationen des unvollkommen isolierten Meeres eröffnet haben, denn es erscheinen Conchylien, wie *Cerithium rubiginosum* und *Cer. disjunctum*, welche den sarmatischen Schichten dieses Gebietes am Unterlaufe des Dniepr fremd sind, wohl aber in den sarmatischen Bildungen des westlichen Südrussland, sowie im Wiener Becken häufig auftreten. Es folgt abermals negative Bewegung, das Meer tritt zurück, Landconchylien stellen sich ein, und nach Sokolow zeigen auch die mäotischen Schichten an manchen Orten die Spuren der Erosion, die vor Ablagerung der pontischen Schichten statthatte. Die pontischen Gewässer endlich haben wohl einen höheren Stand eingenommen wie das mäotische Meer, aber nicht die Höhe des sarmatischen erreicht. Sokolow gibt an (vergl. loc. cit. S. 13), dass sich der Umriss des pontischen Meeres in viel vollständigerer und genauerer Weise reconstruieren lasse als jener des sarmatischen. In dem in Rede stehenden Gebiete entspricht die Grenze der pontischen Ablagerungen ungefähr einer Isohypse von 120 *m*, und auch auf der den Sokolow'schen Ausführungen beigegebenen »Carte hypsometrique de la région du cours moyen et du cours inférieur du Dniepr« sehen wir die Grenzen der Verbreitung der sarmatischen mäotischen und pontischen Schichten durch Curven ausgedrückt, von denen die erste am weitesten landeinwärts liegt, die zweite gegen die Küste des Schwarzen Meeres zurückspringt, die dritte aber wieder der ersten sich nähert, aber doch nur bis zu einem gewissen Zwischenraume, so dass weite Strecken der sarmatischen Ablagerungen von der pontischen Bedeckung frei bleiben.

Im Jahre 1886 hat Andrussow die später als »mäotisch« bezeichnete Stufe noch »vorpontisch« genannt und als Äquivalent der vorpontischen Erosion in der mittleren Krim, sowie im Wiener Becken betrachtet. Später ist er infolge von Schwierigkeiten, die sich seinen 1886 vorgenommenen Parallelisierungen der pontischen Ablagerungen verschiedener Gegenden entgegenstellten, dazu gelangt, für das Wiener Becken eine der mäotischen Stufe entsprechende Erosion in Abrede zu stellen und daselbst eine continuierliche Schichtfolge anzunehmen,

indem er die Schichten von Brunn mit *Congeria subglobosa* als Äquivalent seiner mäotischen Stufe auffasst.

Aus den in meinem Aufsatze über sarmatische Conchylien aus dem Ödenburger Comitate (Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt, 1897) dargelegten Gründen glaube ich an der zuerst von Andrussow geäußerten Ansicht, nach welcher seiner »vorpontischen« oder »mäotischen Stufe« im Wiener Becken eine Erosionsepoche entspricht, festhalten zu sollen. Vor der Ablagerung der oben erörterten präpontischen Bildungen des Ödenburger Comitates mit *Melanopsis impressa* Krauß und *Congeria Hoernesi* Brus. hat jedenfalls eine weitgehende Erosion der älteren Bildungen, zumal der sarmatischen stattgefunden, und ich möchte glauben, dass auch nach Ablagerung jener Schichten des Wiener Beckens, welche ich der mäotischen Stufe Südrusslands gleichstellen möchte, abermals eine Erosionszeit folgte, denn sonst wären diese »Übergangsschichten« zwischen sarmatischen und pontischen Ablagerungen wohl überall vorhanden, während sie thatsächlich an den meisten Punkten, wo die Basis der pontischen Schichten aufgeschlossen ist, fehlen, was, wie ich glaube, zumeist der vor Ablagerung der pontischen Schichten anzunehmenden zweiten Erosionsepoche, nicht aber einer schon ursprünglich vorhandenen Lücke in der Schichtreihe zuzuschreiben ist.

Ist diese meine Auffassung richtig, dann hätten wir hinsichtlich der sarmatischen und vorpontischen (oder mäotischen) Stufe der Hauptsache nach an den von Andrussow in seinen im Jahrbuche der geologischen Reichsanstalt, 1886 angenommenen Parallelisierungen festzuhalten. Bezüglich der pontischen Stufe müsste allerdings eine Änderung platzgreifen, und die Tabelle, welche Andrussow loc. cit. S. 140 veröffentlichte (siehe die nachstehende Wiedergabe jenes Theiles derselben, welcher sich auf die in Rede stehenden Gebiete und Stufen bezieht), müsste eine Umgestaltung erfahren. Es würde sich dieselbe theilweise decken mit jenen Verschiebungen, welche Andrussow in seiner 1895 in den Verhandlungen der Reichsanstalt (Nr. 7, S. 196) veröffentlichten Tabelle vorgenommen hat, sowie mit den mit der letzteren übereinstimmenden Darlegungen in Andrussows Werk über die fossilen und lebenden

(Aus der von Andrussow 1886 im Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien, S. 140 veröffentlichten Tabelle.)

Stufen	Halbinsel Kertsch	Mittlere Krim	Österreich	Rhônebecken
Pontische Stufe	f_2 Eisenerz-Schichten mit *Cardium acardo*	Nicht bekannt	Obere Congerienschichten (mit *Dr. spathulata, Partschii*), Schichten von Hidas Árpád, Agram	Nicht bekannt
	f_1 Faluns von Kamysch-burun, *Valenciennesia*-Mergel	Junger Steppenkalk mit *Dr. rostriformis*	Untere Congerienschichten (mit *Dreissena triangularis*), Schichten von Radmanest etc.	Schichten von Bollène (Messinien Font.)
Vorpontische (später mäotische) Stufe	C_3 C_2 C_1 Kalkstein von Kertsch	Erosion	Erosion	Erosion
Sarmatische Stufe	Sarmatische Schichten			
II. Mediterranstufe	Tschokrakkalk	Weißer Mergel von Sebastopol und Simpheropol	Leythakalk, Badener Tegel etc.	Groupe de Visan (Tortonien)

Dreissensidae Eurasiens, Petersburg, 1897 (vergl. insbesonders die »Synoptische Tabelle der jungen Neogenschichten im Osten Europas«, loc. cit. S. 104 des Resumé). Wenn Andrussow in den neueren Veröffentlichungen über den Gegenstand die Congerienschichten des Wiener Beckens, sowie die Lyrcaea-schichten, die Schichten mit *Congeria banatica* und die weißen Mergel des mitteldanubischen Beckens seiner mäotischen Stufe gleichstellt, so liegt dem die Voraussetzung zugrunde, dass im Wiener Becken 1. eine continuierliche Schichtreihe, 2. kein anderweitiges Äquivalent der mäotischen Stufe vorläge. Nun sind thatsächlich die Spuren einer tiefgreifenden Erosionsthätigkeit, sowie fluviatile Ablagerungen mit *Melanopsis impressa* Krauß, *Neritina*, eingeschwemmten *Helices* u. s. w. vorhanden, es ist also doch wohl anzunehmen, dass die 1886 von Andrussow aufgestellte Parallele der Wahrheit näher kommt, als die seither von ihm versuchte Gleichstellung der Congerienschichten von Brunn mit *Congeria subglobosa* und *spathulata* Partsch und der mäotischen Schichten Südrusslands.

Auch im mitteldanubischen Becken liegen die Verhältnisse etwas anders, als Andrussow sie darstellt. Von den »weißen Mergeln«, die in Croatien und Slavonien in so großer Ausdehnung auftreten und schon oft Gegenstand controverser Auffassung waren, ist es allerdings höchst wahrscheinlich, dass der größte Theil derselben (die weißen Mergel im engeren Sinne, welche früher vielfach der sarmatischen Stufe zugerechnet wurden) ganz oder doch größtentheils der mäotischen Stufe angehört. Dies dürfte zumal von den slavonischen weißen Mergeln gelten, in welchen Stur (»Die neogenen tertiären Ablagerungen von West-Slavonien«, Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt, XII, 1861—1862, S. 287) eine Vertretung der Cerithienschichten erblickte, während Foetterle (»Der mittlere und östliche Theil des zweiten Banal-Grenzregimentes zwischen der Petrinja, der Unna und der Save«, Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt, 1871, S. 238 bis 239) sie als ein selbständiges, zwischen den Cerithien und Congerienschichten zu bedeutender Entwickelung gelangtes Glied der oberen Tertiärablagerungen betrachtete, Paul (»Aufnahmsbericht aus Slavonien«, Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt, 1871,

S. 194 bis 195) sich dahin äußerte, dass die weißen Mergel ein Niveau zwischen den Cerithien und Congerienschichten einnehmen, den letzteren jedoch näher stehen, und Tietze (»Das Gebirgsland südlich Glina in Croatien«, Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt, XXII. Bd., 1872, S. 284) seine Meinung dahin aussprach, dass die weißen Mergel ihrem größten Theile nach für ein zeitliches Äquivalent des oberen Theiles der sarmatischen Stufe zu halten sind, dass indessen die Bildungszeit dieser Gebilde noch in die ältere Zeit der Congerienschichten des Wiener Beckens hineinragen dürfte. Lenz (»Beiträge zur Geologie der Fruska Gora in Syrmien«, Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt, XXIII. Bd., 1873, S. 310 bis 313) wollte der sarmatischen Stufe auch die *Valenciennesia*-Mergel von Beocsin zurechnen, wogegen ich (»Tertiärstudien, V. Die Valenciennesia-Mergel von Beocsin«, Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt, XXIV. Bd., 1874, S. 72 bis 80) diese Mergel für einen eigenen Horizont der unteren Congerienschichten erklärte, aus dem ich von Beocsin *Cardium Lenzi* und *C. Syrmiense*, sowie später (»Tertiärstudien, VII, Valenciennesia-Schichten aus dem Banat«, Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt, XXV. Bd, 1875, S. 75) *Congeria Banatica* beschrieb. Auch Neumayr und Paul (»Die Congerien- und Paludinenschichten Slavoniens und deren Faunen«, Abhandlungen der geologischen Reichsanstalt, VII. Bd., 3. Heft, 1875, S. 5 und 6) erklärten die weißen Mergel als oberen Theil der sarmatischen Stufe, während die Valenciennesiamergel von Beocsin den Congerienschichten zugezählt wurden. In neuerer Zeit ist Kramberger Gorjanovics (»Die präpontischen Bildungen des Agramer Gebirges«, Schriften der Societas historico-naturalis croatica, Agram, 1900) ohne Berücksichtigung der älteren Literatur (vergl. hierüber das Referat Tietzes in den Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt, 1890, S. 276 und 277) dafür eingetreten, die weißen Mergel der mäotischen Stufe Andrussows zuzurechnen, hat jedoch, wie Lörenthey (»Beiträge zur Kenntnis der unterpontischen Bildungen des Szilágyer Comitates und Siebenbürgen«, Értesitő, Jahrgang 1893, II. Naturw. Section, S. 321 bis 323) darlegt, auch unterpontische Schichten zusammengeworfen. Lörenthey bezeichnet als charakterische Versteine-

rungen der unteren pontischen Schichten *Limnocardium obsoletum* var. *protractum* Eichw., *Limnocardium Lenzi* und *Congeria banatica* R. Hoern., *Limnocardium praeponticum*, *plicataeformis* und *Cekusi* Kramb. etc.; er schließt aus dem Übereinstimmen von 40% der Fossilien von Vrabče bei Agram und von Oláh-Lapád auf Gleichzeitigkeit beider Bildungen, und ich möchte glauben, dass an der Richtigkeit dieser Parallelisierung kaum zu zweifeln sein wird.

Dieser unterpontische Horizont tritt aber auch — und das ist die Hauptursache, weshalb ich bei seiner Besprechung länger verweile — in Rumänien auf. Das geologische Institut der Grazer Universität hat in letzter Zeit eine Anzahl von Versteinerungen aus den jungtertiären Bildungen Rumäniens erhalten, zumal aus der Umgebung des Ölbergwerkes Monteoru. Von dort liegen mir aus der Teufe von 62 *m* und 86 *m* Stücke eines hellgrauen Mergels vor, von welchen das erste Handstück eine von der Innenseite sichtbare linke Klappe, das zweite zwei, von der Außenseite sichtbare, aufgeklappte Exemplare von *Limnocardium Lenzi* zeigt. Ich habe allen Grund, anzunehmen, dass hier in der That eine Vertretung der tiefsten pontischen Schichten des mitteldanubischen Beckens vorliegt.

Ist dies aber der Fall, dann können wir nicht mehr mit Andrussow voraussetzen, dass die tiefsten Congerienschichten Rumäniens den jüngsten Congerienschichten Ungarns entsprechen (vergl. Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt, 1895, S. 195) und daran die Folgerung knüpfen: »Was in Österreich-Ungarn tiefer liegt, ist älter und entspricht also nicht dem Odessaer Kalk (pontische Stufe), sondern der mäotischen Stufe«.

Wir müssen also wieder zu der von Barbot de Marny angenommenen Gleichaltrigkeit der Wiener Congerienschichten und des Kalksteines von Odessa zurückkehren, und es scheint mir, als ob hiedurch das Bild von der Entfaltung der pontischen Ablagerungen ein wesentlich einfacheres und einheitlicheres würde, als es Andrussow in seiner 1897 der Monographie der *Dreissensidae* Eurasiens beigegebenen synoptischen Tabelle der jungen Neogenschichten im Osten Europas entwirft.

Es sei mir noch gestattet, darauf hinzuweisen, dass auf der Halbinsel Kertsch die Äquivalente der Beocsiner Mergel, des Horizontes von Vrabče bei Agram, von Oláh-Lapád in Siebenbürgen, von Karánsebes im Banat und von Meteoru in Rumänien höchst wahrscheinlich in den Thonen mit *Cardium Abichi* R. Hoern. und *Valenciennesia annulata* Rouss. zu suchen sind, welche unter den Faluns von Kamysch-Burun liegen.

Diese *Valenciennesia*-Mergel erlangen auf der Ostseite der Kertschstraße, auf der Halbinsel Taman größere Mächtigkeit, ihre Äquivalente erscheinen aber auch auf der Westseite jener Straße in den Profilen nächst Kamysch-Burun. Sie entsprechen daselbst Andrussows Schichten f_1^{I}, f_2^{II} und f_3^{III}, welche über den mäotischen Bänken des Profiles der »Stary Karantine« auftreten (vergl. N. Andrussow, Environs de Kertch, Guide etc., XXX, p. 14, fig. 11). Im Profil der Steilküste von Kamysch-Burun selbst ist unter den »faluns« Abichs, welche Andrussows Etage f_1^{IV} bilden, lediglich f_1^{III} sichtbar (vergl. loc. cit. p. 14, fig. 12).

Die Schichtfolge in beiden Profilen zusammen ist folgende:

c_1 Compacter Kalk mit *Cerithium disjunctum*, *Dosinia exoleta* etc. Eine schwache Schicht von weißem Mergel mit *Ostrea* sp., *Venerupis Abichi*, *Planorbis*, *Lymnaea* und Zähnen von *Chrysophrys* trennt ihn von

c_2^{I} Schmutzig weißem, oolithischem Kalk, überdeckt von einem anderen von gelblicher Farbe mit *Congeria panticapaea* Andruss., *Scrobicularia tellinoides* Sinz, *Littorina praepontica* Andruss., *Hydrobia*, *Pyrgula* und *Micromelania*.

c_2^{II} Sandig-mergelige Thone mit eingeschalteten Lagen von Muschelsanden, dieselbe Fauna wie in der unterlagernden Schicht und häufige Fischreste.

c_3 Weißer Kalk mit *Congeria novorossica* Sinz, *Neritodonta simulans* Andruss., *Pyrgula*, *Micromelania*, *Sandria atava* etc.

f_1^{I} Sandige, schieferige Mergel mit *Cardium Abichi* R. Hoern.

f_1^{II} Compacter gelber Kalk mit *Congeria subcarinata*, *Cardium subcarinatum* Desh. etc.

f_1^{III} Feiner grauer Sandstein, im unteren Theile mit mergeligen Concretionen, mit *Cardium Abichi* R. Hoern., *Cardium subsyrmiense* Andruss., *C. Bayerni* R. Hoern., *C. Steindachneri* Brus., *Dreissensia rostriformis*, *Valenciennesia annulata* Rouss.

f_1^{IV} »Lit coquillier« (»faluns« d'Abich), hauptsächlich von Muschelschalen gebildet, zwischen welchen das Gesteinsmaterial selbst zurücktritt. Eisenoxydinfiltrationen haben den oberen Theil dieser Faluns rostroth gefärbt.

f_2 Eisenschüssige braunrothe Thone, wechsellagernd mit Eisenerz und eingeschalteten Schichten wohlerhaltener großer Conchylien.

f_3^{I} Braune sandige Thone.

f_3^{II} Gelbe Quarzsande.

f_3^{III} Bläuliche plastische Thone.

Die Schichten c_1, c_2^{I}, c_2^{II} und c_3 bilden Andrussows mäotische Stufe oder seine »erste pontische Stufe«, weil er die Congerienschichten des Wiener Beckens, die Schichten mit *Congeria banatica*, sowie die Ablagerungen von Radmanest, Kup etc. diesem Horizont gleichstellt.

Die Schichten $f_1^{I}, f_1^{II}, f_1^{III}$ und f_1^{IV} betrachtet Andrussow als zusammengehörig, weil er die Thone und Mergel mit *Cardium Abichi* und *Valenciennesia* lediglich als Facies (»Facies à *Cardium Abichi*«) betrachtet, die anderwärts durch die Faluns (»Facies à *Congeria subcarinata*«) vertreten ist. Der ganze Complex der »unteren Schichten von Kamysch-Burun« wird von Andrussow der »zweiten pontischen Stufe« zugerechnet und als Äquivalent der Congerienschichten von Agram, Szegzárd u. s. w. mit *Congeria rhomboidea* bezeichnet, während im Wiener Becken der Belvedereschotter als gleichzeitig angenommen wird.

Die Schichten f_2, die oberen, eisenerzführenden Lagen von Kamysch-Burun werden als dritte pontische Stufe bezeichnet, sie sollen den Psilodon-Schichten Rumäniens, sowie theilweise den Paludinenschichten Österreich-Ungarns entsprechen, während die vierte pontische Stufe Andrussows, die Schichten f_3 dem oberen Theile der Paludinenschichten gleichgestellt werden.

Ich möchte nun in faunistischer Hinsicht (in Beziehung auf die Schichtfolge hatte ich selbst Gelegenheit, mich von der Genauigkeit der Andrussow'schen Darstellung an Ort und Stelle zu überzeugen) hervorheben, dass zwischen der Fauna der Faluns von Kamysch-Burun und jener der oberen erzführenden Schichten ein relativ geringer Unterschied vorhanden ist. Manche Arten sind nach Andrussows eigenen ausführlichen Listen (vergl. »Environs de Kertch«, Tabelle I) beiden Abtheilungen gemeinsam, so:

Dreissensia rostriformis Desh.
» *angusta* Rouss.
» *Theodori* Andruss.
Cardium Bayerni R. Hoern.
» *planum* Desh.
» *squamulosum* Desh.
» *subsyrmiense* Andruss.
Valenciennesia annulata Rouss.

und vielleicht noch größer ist die Zahl derjenigen, welche in beiden Schichtgruppen durch so nahestehende Formen vertreten sind, dass es mehr weniger subtiler Unterschiede bedarf, um sie auseinander zu halten. Als Beispiele solcher nahestehender Formen mögen angeführt sein:

Untere Schichten (Faluns)	Obere Schichten (Eisenerze)
Dreissensia anisoconcha Andruss.	*Dreissensia Huoti* Andruss.
Dreissensiomya aperta Desh.	*Dreissensiomya Fuchsi* Andruss.
Cardium ovatum Desh. *Cardium corbuloides* Desh.	*Cardium Gourieffi* Desh.
Cardium semisulcatum Rouss.	*Cardium macrodon* Desh.

Immerhin wird namentlich das Erscheinen etlicher großer, auffallender Formen, wie *Cardium acardo*, *C. crassatellum*,

C. edentulum Desh. in den oberen Schichten Veranlassung geben, die Faluns und die Eisenerze auseinander zu halten, aber doch wohl nicht genügen, sie als große Stufen zu charakterisieren, von denen die ältere den pontischen Schichten mit *Congeria rhomboidea* in Ungarn und Rumänien, sowie dem Steppenkalk von Odessa entsprechen soll, während die jüngere schon einem Theile der Paludinenschichten Österreich-Ungarns gleichgestellt wird.

Ob — wie Andrussow ausführlich in seiner Abhandlung: »Die Schichten von Kamysch-Burun und der Kalkstein von Kertsch in der Krim«, Jahrbuch, 1868, S. 127 bis 140 erörtert — der Kalkstein von Odessa in der That lediglich der unteren Abtheilung der Schichten von Kamysch-Burun entspricht, erachte ich mich nicht für competent zu entscheiden, und zwar schon deshalb nicht, weil die Fauna des Steppenkalkes von Odessa viel zu wenig bezeichnende Formen enthält. Manche der wenigen Formen des Steppenkalkes, wie *Dreissensia rostriformis* Desh. (= *Congeria simplex* Barbot), *Valenciennesia annulata* Rouss. erscheinen sowohl in den tieferen, wie in den unteren Schichten von Kamysch-Burun; andere, wie *Congeria subcarinata* Desh. und *Vivipara achatinoides* Desh. nur in den unteren; es scheint aber auch nicht an Formen des Steppenkalkes zu fehlen, die gerade in den oberen Schichten von Kamysch-Burun auftreten. So führt Andrussow selbst (Jahrbuch, 1868, S. 131) *Cardium Odessae* Barbot aus der oberen Abtheilung an, und ich glaube, dass *Cardium multistriatum* Rouss. aus dieser Abtheilung sich kaum von *Cardium Nova-Rossicum* Barbot aus dem Steppenkalk wird trennen lassen. Es scheint mir zum mindesten, als ob die Frage nach der Stellung des Kalksteines von Odessa noch einer weiteren Erörterung bedarf; umsomehr, als auch die Darstellungen von Prof. Sinzow über diesen Gegenstand (vergl. J. Sinzow, »Über die paläontologischen Beziehungen des neurussischen Neogen zu den gleichen Schichten Österreich-Ungarns und Rumäniens«, Denkschriften der neurussischen naturf. Gesellsch. zu Odessa, XXI., russisch mit deutschem Auszug) sich nicht mit denjenigen Andrussows vereinbaren lassen. Nach Sinzow (loc. cit. S. 19) folgen über seiner

Dosinien-Stufe (= mäotische Stufe Andrussows) bei Odessa dunkelblaue Thone mit *Unio maximus* Fuchs, *Valvata biformis* Sinz., *Cardium Banaticum* Fuchs, *Cardium subdentatum* Desh. var. *pseudocatillus* Barb., *Cardium sub-Odessae* Sinz. (*Adacna Ochetophora* Brus.) und *Dreissensia rostriformis* Desh. Den darauf folgenden Odessaer Kalkstein parallelisiert Sinzow (seine Vergleichung mit den Paludinenschichten lasse ich als nur einem Irrthum entsprungen unerörtert) »der untersten Abtheilung der Congerienschichten, als deren typischen Vertreter die Ablagerungen von Radmanest mit *Dreissensia rostriformis* Desh. var. *simplex* Barb., *Cardium Banaticum* Fuchs und *Cardium subdentatum* var. *pseudocatillus* Barb. (*Cardium simplex* Fuchs) anzusehen sind«.

Sinzow hält dann diese unterste Abtheilung der Congerienschichten — worin ich ihm keineswegs beipflichte — für älter als die tiefsten pontischen Schichten der Umgebung von Kertsch, denn er fährt folgendermaßen fort: »Der nun in aufsteigender Reihe folgende Horizont (Valenciennesien-Schichten oder der Horizont mit *Congeria rhomboidea*) ist in Russland nur bei Kertsch und Taman bekannt. Was aber die geologischen Schichten anbetrifft, welche den *Psilodon*-Ablagerungen Rumäniens analog sind, so fehlen sie augenscheinlich in Russland ganz«.

Ich möchte diesen Ausführungen keineswegs zustimmen, ich habe sie nur citiert, um zu zeigen, dass hinsichtlich der Gliederung und Parallelisierung der pontischen Schichten in Südrussland noch nicht alles genügend sichergestellt ist, um Anhaltspunkte für die sichere Deutung unserer österreichisch-ungarischen Vorkommnisse zu gewinnen, die ja auch nach wie vor noch nicht vollkommen in ihrer Aufeinanderfolge festgestellt sind. In dieser Richtung mag es genügen, auf die weitgehenden Verschiedenheiten hinzuweisen, welche in der Gliederung der pontischen Schichten der Umgebung von Agram zwischen den Darstellungen Brusinas (Matériaux pour la faune malacologique néogène de la Dalmatie, de la Croatie et de la Slavonie, Agram, 1897, p. X bis XII) und Kramberger-Gorjanović' (»Die Gliederung des Pliocäns am südlichen Abhange des Agramer Gebirges«, Verhandlungen der geo-

logischen Reichsanstalt, 1897, S. 339 bis 341) wahrzunehmen sind. Dabei möchte ich keineswegs darauf Gewicht legen, dass Brusina lediglich infolge eines Irrthums die Fauna von Agram (Okrugljak) als älter bezeichnete als die Fauna von Markuševac. Er selbst hat diesen »lapsus calami« in einem Supplement, ddo. Agram, 31. December 1897 richtiggestellt. Von weit größerem Belang ist, dass nach Kramberger-Gorjanović beide Faunen, sowohl die ältere von Markuševac, als die jüngere von Okruglak der oberen Abtheilung der pontischen Stufe angehören, in welcher nach Kramberger-Gorjanović vier Stufen zu unterscheiden sind und dass es dem letzteren gelang, im Agramer Gebirge auch die untere pontische Stufe nachzuweisen. Auch diese — die bisher in jener Gegend noch gar nicht bekannt war — trennt Kramberger-Gorjanović in vier Stufen, da es ihm »sowohl gelang, die in Beočin entwickelte pontische Etage im erwähnten Gebirge nachzuweisen, als auch die nächst tiefere, die der *Congeria Partschi*, zu constatieren. Unter diesen Etagen folgen noch die tiefsten Glieder der pontischen Abtheilung: der Sandstein von Bačun und Sandsteine mit *Melanopsis Martiniana*«.

Es wird nun wohl im allgemeinen sehr schwer sein, innerhalb einer Ablagerungsreihe wie jener der pontischen Stufe, von der wohl anzunehmen ist, dass sie kaum in einem einzigen, ungeheuer ausgedehnten Binnensee, sondern vielmehr in mehreren mehr minder selbständigen, durch Stromstrecken verbundenen Becken zur Bildung kamen — und dafür sprechen wohl in erster Linie die Einlagerungen von fluviatilen Sanden und Schotterbänken mit Resten der charakteristischen Landfauna der pontischen Stufe, wie sie sich sowohl in Südrussland in den »baltischen Schichten«, als auch im mitteldanubischen Becken (z. B. Baltavár) beobachten lassen —, scharfe Parallelen der einzelnen in den localen Schichtreihen festgestellten Horizonte durchzuführen. Dem stellen sich außerordentlich große Schwierigkeiten entgegen, welche zuerst von Neumayr und Paul (»Congerien und Paludinenschichten Slavoniens«, S. 82 bis 89) klar beleuchtet wurden, wenn auch das Schlussresultat, zu welchem sie kamen, welches auf S. 89

in Tabellenform dargestellt ist, durch die neueren Forschungen theilweise widerlegt erscheint.

Die oben erwähnte Schwierigkeit, in selbständigen Becken abgelagerte und bei ihrer entfernteren Lage nur in losere Verbindung mit dem Hauptgebiete der pontischen Bildungen stehenden Sedimente in ihrer stratigraphischen Stellung scharf zu präcisieren, macht sich insbesonders bei den Congerienschichten von Bollène und der Umgebung von Bologna geltend. Neumayr und Paul parallelisieren — allerdings unter ausdrücklichem Hinweis auf jene Schwierigkeiten — sowohl die Congerienschichten von Bollène und aus der Gegend von Bologna mit den Schichten mit *Congeria Partschi* im Wiener Becken, den Schichten mit *Congeria rhomboidea* in West-Slavonien, den Congerienschichten von Árpád und Hidas und den Cardienschichten von Kamysch-Burun. Andrussow bezeichnet die seinerzeit von Fontannes als Varietät der *Congeria subcarinata* angereihte Form von Bollène jetzt als *Congeria Rhodanica* (Font.) Andruss. (»*Dreissensidae* Eurasiens«, S. 26 bis 28 des »Resumé«) und erklärt die Congerienschichten des Rhônebeckens für wahrscheinlich den Eisenerzschichten von Kertsch entsprechend, während er die Schichten mit *Helix Christoli* des Rhônebeckens der mäotischen Stufe zurechnet (loc. cit. S. 517 bis 521 des russischen Textes). Es würden sonach die Congerienschichten von Bollène an die obere Grenze der pontischen Stufe hinaufrücken, was recht gut damit stimmt, dass sie, wie wir unten sehen werden, unmittelbar durch die untersten marinen Pliocänablagerungen des Plaisancien überlagert werden. Die große Erosionsepoche des Rhônethales, deren Wirksamkeit in den nachfolgenden Ausführungen näher beleuchtet werden soll, hat also nicht nur früher begonnen als die präpontische Erosion des Wiener Beckens, sondern wahrscheinlich auch länger gedauert, da sie noch einen Theil der pontischen Stufe umfasste. Damit stimmt auch, wie wir sehen werden, die weitgehende Abtragung der älteren Schichten und die tiefe Aushöhlung der Thäler überein, welche dieser Erosionsepoche in Südfrankreich zuzuschreiben ist.

Stufen	Wiener Becken	Mitteldanubisches Becken	Rumänien	Halbinsel Kertsch	Mittlere Krim	Rhônethal
Pliocän	Süßwasserkalk von Moosbrunn	Paludinenschichten Slavoniens und Siebenbürgens	Paludinen- und Psilodon-Schichten	Schichten vom Cap Tschauda, versteinerungsleere Sande	Tschokrakkalk *Mastodon arvernensis* bei Zamruk	Marine Pliocänbildungen
Pontische Stufe	Belvedere-Schotter	Obere Congerienschichten von Okrugljak, Árpád, Nagy Mányok, Szegzárd und Kurd	Schichten von Vilanesci Schichten von Buzen mit großen Cardien	Eisenerze von Kamysch-Burun Faluns von Kamysch-Burun	Steppenkalk mit *Dreissensia rostriformis*	Congerienschichten von Bollène
	Schichten mit *Congeria subglobosa* und *C. spathulata*	Mittlere Congerienschichten von Markusevecz, Radmanest, Tihany, Kup				
	Schichten mit *Congeria Partschi*	Untere Congerienschichten mit *Cardium Lenzi* und *Congeria banatica*	Valenciennesien-Mergel Schichten mit *Cardium Lenzi*	Valenciennesien-Mergel Schichten mit *Cardium Abichi*		
Mäotische Stufe	Fluviatile Schichten mit *Melanopsis impressa* Krauß Erosion	Weiße Mergel von Croatien und Slavonien	Mäotische Schichten (Dosinienkalk von Istritza)	Kalkstein von Kertsch im weiteren Sinne	Erosion	Erosion
Sarmatische Stufe	Sarmatische Ablagerungen					
II. Mediterran-Stufe	Marine Ablagerungen			Tschokrakkalk	Mergel von Sebastopol und Simpheropol	Groupe de Visan

Nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnis glaube ich die in der vorstehenden Tabelle verzeichneten Parallelisierungen als den thatsächlichen Verhältnissen annähernd entsprechend betrachten zu dürfen.

Die in der vorstehenden Tabelle dargelegten Parallelisierungen bedürfen allerdings noch der näheren Begründung, die mich jedoch an dieser Stelle allzuweit vom eigentlichen Gegenstande der Betrachtung: der vorpontischen Erosion, ableiten würde. Ich möchte mich deshalb darauf beschränken, zu betonen, dass meiner Ansicht nach jeder Versuch, genauere Parallelen in den pontischen Schichten Osteuropas zu ziehen, von den durch Halaváts und Lörenthey in ihrer Schichtfolge genau untersuchten ungarischen Ablagerungen auszugehen hätte. Mit den in Ungarn gewonnenen Resultaten werden sich wahrscheinlich auch die in anderen Gegenden festzustellenden Schichtfolgen vereinbaren lassen, zumal dann, wenn die Gesammtheit der für die einzelnen Schichten bezeichnenden Fauna und nicht einzelne auffallende Versteinerungen den Parallelisierungen zugrunde gelegt werden. Man hat seinerzeit den Wert der *Congeria triangularis* (auf welche man allerdings auch ganz andere Formen bezog) als Leitfossil überschätzt; es wäre leicht möglich, dass dies jetzt bei *Congeria rhomboidea* geschähe.

Wenden wir uns aber jetzt zur Betrachtung der jungtertiären Erosionsepoche im Rhônethal, deren zeitliche Ausdehnung und deren Wirkung weitaus bedeutender ist, als jene der bis nun erörterten vorpontischen Erosionen. Im Rhônethal passt auch diese Bezeichnung insoferne nicht, als ja die Erosion wahrscheinlich während eines längeren Zeitraumes der pontischen Stufe selbst fortgedauert hat, denn die Congerienschichten von Bollène entsprechen nur dem oberen Theile der ganzen Stufe.

Ich hatte Gelegenheit, im September 1900 anlässlich des VIII. internationalen Geologencongresses in Paris die Tertiärablagerungen des Rhônethales näher kennen zu lernen, indem ich an der dahin gerichteten Specialexcursion unter Führung Depérets theilnahm. Abgesehen von den für die Gliederung der ersten und zweiten Mediterranstufe (»Burdigalien« und

»Vindobonien«) und für die Parallelisierung dieser Stufen in Frankreich und Österreich überaus wichtigen Aufschlüssen, die ich hier zu sehen bekam, waren für mich besonders jene Stellen von Interesse, welche über die Ausdehnung der vorpontischen Erosion Aufschluss gaben. Ehe ich auf ihre Besprechung, zumal auf die Erörterung der classischen Gegend von Bollène eingehe, möchte ich einige allgemeine Bemerkungen über die Tertiärgebilde des Rhônebeckens voraussenden.

Zur Miocänzeit war das Rhônethal der Schauplatz einer marinen Transgression, welche im unteren Miocän begann, im mittleren Miocän ihren Höhepunkt erreichte und von einem plötzlichen und weitgehenden Rückzuge des Meeres im Obermiocän gefolgt wurde. Die Gliederung der Miocänablagerungen des Rhônebeckens ist im wesentlichen (vergl. Depéret: »Les bassins tertiaires du Rhône«, im Livret Guide publié par le Comité du VIII Congrès géologique, p. 7) von unten nach aufwärts die folgende:

I. Unter-Miocän: Burdigalien oder erste Mediterranstufe.

1. Sandige Molasse mit *Pecten Davidi*, *Pecten pavonaceus* und *Pecten justinianus* Font.
2. Mergelige Mollasse mit *Pecten praescabriusculus* und *Pecten subbenedictus* Font.
3. Kalkige Molasse mit *Pecten subholgeri* und *Pecten restitutensis* Font.

II. Mittel-Miocän, Vindobonien (Helvetien-Tortonien) oder zweite Mediterranstufe.

1. Sande und Sandsteine mit *Ostrea crassissima* Lamk.
2. Sandstein mit *Cardita Michaudi* Font. und *Amphiope perspicillata* Ag.
3. Sande und Sandsteine mit *Pecten Gentoni* Font. bei Cucuron überlagert von Mergeln mit *Pecten Fuchsi* Font.
4. Kalkig-mergelige Molasse von Cucuron mit *Pecten planosulcatus* und *Pecten scabriusculus* Math.
5. Mergel von Cabrières-d'Aigues mit *Cardita Jouanneti* var. *laeviplana* Depéret, *Ancillaria glandiformis* Lamk. etc.

III. Oberes Miocän, pontische Stufe.

In der Dauphiné vertreten durch:

1. Eisenschüssige Sande mit *Nassa Michaudi* Thiol., *Auricula Viennensis* Font., *Auricula Lorteti* Font., *Hipparion gracile* Kaup.

2. Thone und Sande mit *Helix delphinensis* Font.; Geschiebelager mit Eindrücke tragenden Geschieben, umsomehr entwickelt, je mehr man sich den subalpinen Ketten nähert.

Im Thale der Durance ist die Schichtfolge des Obermiocän eine abweichende:

1. Mergel und Süßwasserkalke mit *Melanopsis narzolina* Bon., *Helix Christoli* Math., *Planorbis Matheroni* F. et T., *Bithinia Leberonensis* F. et T.

2. Rothe Thone mit *Hipparion gracile* Kaup und der durch Gaudry geschilderten Fauna vom Mont Leberon. Geschiebebänke wechsellagern wiederholt mit den Thonen und herrschen in den höheren Lagen vor.

Die Miocänperiode des Rhônethales endigt sonach mit einer Continentalphase. Ablagerungen vom Charakter der sarmatischen und der mäotischen Stufe fehlen gänzlich; man kann diesen Stufen auch keine Äquivalente unter den Ablagerungen im Rhônethale zuweisen, es ist vielmehr wahrscheinlich, dass zu dieser Zeit jene Erosion stattfand, die Andrussow in der oben theilweise reproducierten Tabelle im Rhônethale die Stelle der sarmatischen und präpontischen (oder mäotischen) Stufe einnehmen lässt, entsprechend den Ansichten von E. Sueß, welcher (»Antlitz der Erde«, S. 425) vom Rhônethale sagt: »Auch dort hat sich aus Fontannes Studien ergeben, dass den pontischen Cardienschichten von Bollène eine Austiefung von Thälern unmittelbar vorangegangen ist. Die Ablagerungen der II. Mediterranstufe sind ausgefurcht, und die Cardienschichten liegen in den Furchen. Auch in Südfrankreich ist also ein ganz außerordentliches Zurückweichen der Strandlinie vor den Cardienschichten bemerkbar«.

Depéret versetzt allerdings die große Erosion im Rhônegebiete, von deren enormen Ausdehnung unten die Rede sein soll, über die pontischen Schichten (Horizont des *Hipparion*

gracile), welche er noch dem Miocän zurechnet. Er sagt (loc. cit. p. 9): »Après la phase continentale, par laquelle se termine le Miocène, des vallées profondes se sont creusées aux dépens du Miocène et des autres terrains préexistants; puis la mer pliocène a pénétré dans ces vallées sous la forme d'un fiord ramifié qui s'est avancé dans la vallée du Rhône jusqu'à Loir, à 20 kilomètres au Sud de Lyon«.

Die Reihenfolge der Pliocänablagerungen des unteren Rhônethales ist nach Depéret folgende:

I. Unteres Pliocän (Plaisancien).

1. Untere Congerienschichten von Bollène, Théziers etc. mit *Congeria subcarinata* Desh., *C. simplex* Barbot, *C. dubia* Mayer, *Melanopsis Matheroni* Tourn.
2. Blaue marine Thone mit *Nassa semistriata* Brocc., *Turritella rhodanica* Font., *T. subangulata* Brocc., *Corbula gibba Olivi*, *Arca diluvii* Lamk. etc. — an manchen Stellen sandige Entwickelung mit *Ostrea barriensis* Font. und *Ostrea cucullata* Born.

II. Mittleres Pliocän (Astien).

3. Obere Congerienschichten von Saint-Pierre-de-Cénos, von Vacquières, von St. Ariès, von Visan mit *Congeria subbasteroti* Tourn., *Potamides Basteroti de Serres*, *Hydrobia Escoffierae* Font., *Auricula*. — Süßwassermergel von Hauterives (Drôme) mit *Helix Chaixi* Michaud.
4. Fluviolacustre Sande mit *Mastodon arvernensis* Cr. et Job. und *Rhinoceros leptorhinus* Cuv.

III. Oberes Pliocän.

Ablagerung der Hochterrassen mit alpinen Geschieben. Allmähliche Eintiefung der Thäler und Bildung weiterer Terrassen, von welchen die höher gelegenen noch pliocän, die tieferen schon quaternären Alters sind.

Dies ist die Serie der Pliocänablagerungen im unteren Rhônethale — in dem Gebiete jenes verästelten Fjordes, welcher sich nordwärts bis Loir, etwa 20 *km* südlich von Lyon erstreckte. Nördlich von dieser Stadt erfüllte ein ausgedehnter

Süßwassersee, der Lac Bressan, die ganze Depression des Saônethales bis über Dijon hinaus. In diesem Süßwassersee kamen mächtige Paludinenschichten zum Absatze. Von unten nach aufwärts umfasst die levantinische Entwickelung (»facies levantin«) der Bresse nach Depéret nachstehende Schichtfolge:

I. Unteres Pliocän (lacustre Facies).

1. Untere Mergel von Mollon mit *Vivipara ventricosa* Mich.

2. Obere Mergel von Mollon mit *Vivipara Neumayri* Brus. und *Vivipara leiostraca* Brus.

3. Mergel von Miribel mit *Vivipara Fuchsi* Neum.

4. Mergel von Condal mit *Vivipara Sadleri* Partsch (*bressana* Og.).

5. Mergel von Auvillars mit *Vivipara Burgundina* Tourn. und *Pyrgidium Nodoti* Tourn.

II. Mittleres Pliocän (fluvio-lacustre Facies).

6. Sande von Trevoux mit *Vivipara Falsani* Tourn. (gekielte Paludinen), *Melanopsis lanceolata* Neum., *Mastodon arvernensis* Cr. et Job., *Rhinoceros leptorhinus* Cuv., *Palaeoryx Cordieri* Gerv.

III. Oberes Pliocän (fluviatile Facies).

7. Geschiebe der Plateaux mit *Mastodon arvernensis* Cr. et Job. et *Elephas meridionalis* Nesti.

Diese Übersicht der Gliederung der Neogenablagerungen des Rhônethales musste vorausgeschickt werden, ehe wir daran gehen können, die auffallendste Erscheinung innerhalb des besprochenen geologischen Zeitraumes, die große Erosion, zu betrachten, welche von dem Beginne der sarmatischen bis gegen das Ende der pontischen Stufe reicht. Denn, wie schon oben erwähnt, scheint mir die Auffassung Depérets von dem jugendlichen Alter der Congerienschichten von Bollène, die sich mit den neueren Anschauungen Andrussows deckt, vollkommen berechtigt. Der Zeitdauer dieser Erosionsepoche,

welche die drei aufeinanderfolgenden Zeiträume der sarmatischen, mäotischen und eines großen Theiles der pontischen Stufe umfasst, entspricht auch die abnorme Abtragung, welche die Bildungen der ersten und zweiten Mediterranstufe, sowie die darunter liegenden älteren Ablagerungen in dieser Erosionsperiode erlitten haben.

Das Profil von St. Paul-Trois-Châteaux (Drôme), welches wir am 2. September 1900 unter Depérets Führung begiengen, liefert ein überaus anschauliches Bild dieser weitgehenden Zerstörung.

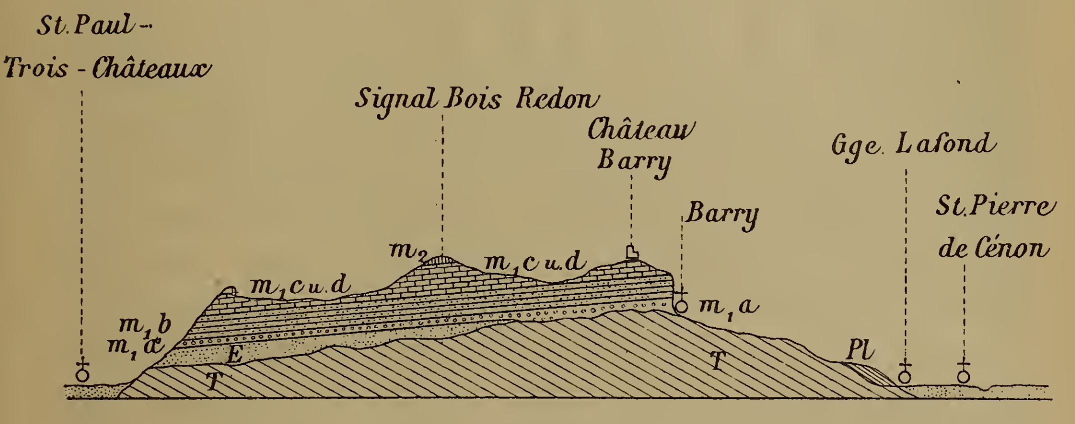


Fig. 4.

T Turone-Kreide, *E* bunte Sande und Thone des Eocän, m_1a Basal-Conglomerat des unteren Miocän, m_1b Sandige Molasse mit *Pectcn Davidi*, m_1c mergelige Molasse mit *Pecten praescabriusculus*, m_1d Kalkige Molasse mit *Pecten subhalgeri* (m_1a—d Burdigalien oder erste Mediterranstufe), m_2 Sandstein mit *Ostrea crassissima*, dem Vindobonien oder der zweiten Mediterranstufe angehörig. *Pl* Pliocän (vergl. Depéret, »Les bassins tertiaires du Rhône, p. 16).

Von St. Paul-Trois-Châteaux ansteigend, kommt man zuerst über turone Kreideschichten, dann in mächtige, durch ihre grelle Färbung auffallende kieselige Sande, die in ihrem oberen Theile helle Thone eingeschaltet zeigen und von Depéret dem Paläocän zugerechnet werden. In den vegetationsleeren Wasserrissen, welche in diese Sande eingeschnitten sind, — wie denn der ganze Höhenzug im allgemeinen arm an Pflanzenwuchs ist und die Lagerungsverhältnisse wie an einem Modell aufs klarste erkennen lässt —, sieht man Regenrinnen und Erdpfeiler von überraschender Schönheit, von

welchen das an die Spitze von Deperets Abhandlung im Livret-Guide gestellte Bild eine vortreffliche Vorstellung gibt. Die Sonne Südfrankreichs, welche uns an diesem Nachmittag so manchen Schweißtropfen vergießen ließ, zeigte dafür die Farbenpracht dieser bunten, alttertiären Ablagerungen im glänzendsten Lichte. Auf der Seilbahn der großen Steinbrüche in schräger Linie ansteigend, hatten wir überdies Gelegenheit, die Aufeinanderfolge der im Profil dargestellten Schichten Schritt für Schritt zu verfolgen. Über den alttertiären Bildungen lagert an der Basis der untermiocänen Schichten ein sehr bezeichnender Conglomerathorizont mit charakteristischen großen Kieselgeröllen von grüner Farbe. Das Burdigalien weist in seiner, hier vollkommen auftretenden Schichtfolge die drei Horizonte der sandigen, mergeligen und kalkigen Molasse auf mit ihren bereits oben angeführten charakteristischen *Pectines*. Die mächtigen Ablagerungen des obersten Horizontes bestehen aus einem feinkörnigen, von organischem Detritus gebildeten Kalkstein, der in ungemein ausgedehnten Steinbrüchen in großen Quadern und Platten gewonnen wird. Diese Schichten der ersten Mediterranstufe bilden die ganze Hochfläche des Höhenzuges, denn die darauf ruhenden Ablagerungen der zweiten Mediterranstufe sind hier bis auf einen geringfügigen Denudationsrest entfernt. Es bildet derselbe, aus Sanden und Sandsteinen mit *Ostrea crassissima* bestehend, die höchste Partie des ganzen Höhenzuges, welche im Signal von Bois Redon 306 *m* Höhe erreicht. Auf dem Plateau liegen überdies Gerölle von gelb gefärbten Kieseln, welche das Vorhandensein einer Hochterrasse der jüngeren Pliocänzeit verrathen. Im Abstieg nach Süden, gegen Bollène, sahen wir nun in umgekehrter Reihenfolge von oben nach unten abermals die gesammten Glieder der ersten Mediterranstufe, bewunderten die zum größten Theil in künstliche Höhlen der sandigen Molasse mit *Pecten Davidi* eingebauten malerischen Häuser des Dorfes Barry und sahen an der Basis der ersten Mediterranstufe das Grundconglomerat mit den riesigen grünen Geröllen unmittelbar der turonen Kreide aufruhen. Schließlich kamen wir am Fuße des Höhenzuges in an die Kreide gelehnte marine Pliocänschichten mit zahlreichen Austern: *Ostrea barriensis* Font.,

O. cucculata Born., *O. Hoernesi* Reuß. Fontannes gibt von dieser Stelle an, dass im oberen Theile dieser Schichten zwischen den Blöcken eines groben Conglomerates *Congeria* und *Limnocardium* aufträten, doch bemerkt Depéret, dass es ihm nicht gelungen sei, diese dem oberen Congerienhorizont des Rhônethales angehörigen Reste wieder aufzufinden. Die pliocänen Austernsande ruhen ihrerseits auf den marinen pliocänen Tegeln, welche den Untergrund der Ebene von Bollène bilden.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die enorme Denudation, welche hier die Ablagerung der ersten und zweiten Mediterranstufe erlitten haben, die seinerzeit in mächtiger concordanter Schichtfolge zum Absatze kamen, auf Rechnung der vorpontischen Erosion zu setzen ist. Diese Erosion griff noch tief in unterliegenden älteren Schichten ein, auf welchen die miocänen Ablagerungen discordant und transgredierend ruhen, denn wir sehen am Südfuße des Höhenzuges von St. Paul-Trois-Châteaux die pliocänen Meeresablagerungen an die turonen Kreidebildungen sich anlehnen.

Es mag aber gestattet sein, zur weiteren Erläuterung dieser Verhältnisse noch auf die Art des Auftretens der von Mayer-Eymar 1871 entdeckten Congerienschichten von Saint-Ferréol bei Bollène hinzuweisen. Wie Depéret hervorhebt, kann man in dem kleinen Thale von Lanzon, nördlich von Bollène, welches durch diese Entdeckung berühmt wurde, am besten die Discordanz der Congerienschichten und der miocänen Ablagerungen, sowie die Verbindung der ersteren mit den marinen pliocänen Schichten beobachten, welche in der Umgebung von Bollène den Boden der Thäler bilden. Das unten wiedergegebene Profil (vergl. Depéret, »Bassin tertiaires du Rhône, p. 18) besuchte unsere Excursion am 3. September und fand die Verhältnisse vollkommen in der geschilderten Weise.

Die von Mayer-Eymar entdeckten Congerienschichten liegen südlich von der Kapelle St. Ferréol auf den turonen Sandsteinen. Es sind wenig mächtige helle Mergel, aus welchen Depéret folgende Fauna anführt: *Congeria subcarinata* Desh., *C. simplex* Barbot, *C. dubia* Mayer, *C. latiuscula* Mayer.

Limnocardium Bollenense Mayer, *L. Partschi* Mayer, *Melanopsis Matheroni* Mayer, *Neritina micans* Fisch. Wir konnten fast alle diese Formen an Ort und Stelle beobachten und aufsammeln. Die mit *Congeria subcarinata* Desh. aus der Krim identificierte Form wird allerdings neuerer Zeit von Andrussow in seiner Monographie über die lebenden und fossilien Dreyssensiden Eurasiens abgetrennt und als *Congeria Rhodanica* Andruss. bezeichnet, sie steht indes der echten *Congeria subcarinata* von Kamysch-Burun so nahe, wie ich mich durch

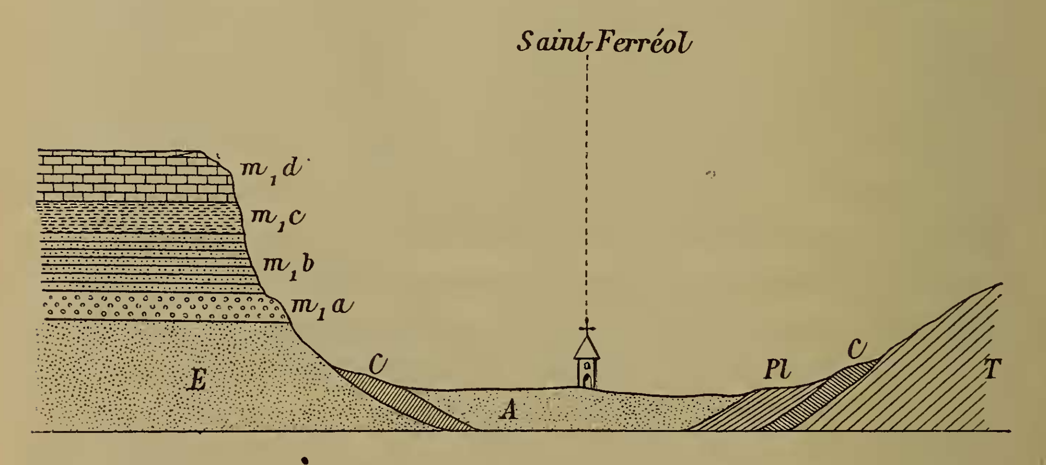


Fig. 5.

T Turone Kreide, *E* Paläocäne bunte Sande, m_1 Burdigalien oder erste Mediterranstufe (vergl. die Bezeichnung der einzelnen Horizonte in der Legende des vorhergehenden Profiles), *C* Congerienschichten mit *Congeria Rhodanica* Andrussow, *Pl* Marine pliocäne Tegel (Plaisancien), *A* Junge Alluvionen.

unmittelbare Vergleichung hier wie dort gesammelter Exemplare überzeugen konnte, dass es sich kaum um mehr als eine bloße Localvarietät handeln dürfte. Es ist dann ziemlich wahrscheinlich, dass die Congerienschichten von Bollène ungefähr dem Niveau der Eisenerze von Kamysch-Burun angehören dürften. Die Mitte des Thales von St. Ferréol wird von den marinen pliocänen Tegeln eingenommen, welche auf den Congerienschichten ruhen und sich durch großen Reichthum an Conchylien: *Turritella subangulata* Brocc., *T. rhodanica* Font., *Nassa semistriata* Brocc., *N. serraticosta* Bronn., *Cerithium vulgatum* Brug. etc. etc. auszeichnen. Auch auf der entgegengesetzten Seite des Thales erscheinen die Congerienschichten

wieder, doch lehnen sie sich hier nicht wie im Süden an cretacische, sondern an alttertiäre Schichten.

Hier ist also, wie schon aus den bezüglichen Schilderungen durch Fontannes hervorgieng und neuerdings auch durch Depéret betont wurde, eine weitgehende Zerstörung der älteren Ablagerungen durch thalbildende Erosion der Bildung der Congerienschichten mit *C. Rhodanica* Andruss. vorangegangen. Die Erosionsepoche umfasst die sarmatische, mäotische und wohl auch einen Theil der pontischen Stufe, denn die Schichten mit *Congeria Rhodanica* gehören wohl dem obersten Theile dieser Stufe an. Depéret rechnet sogar die Congerienschichten von Bollène bereits dem unteren Pliocän (Plaisancien) zu (vergl. »Les bassins tertiaires du Rhône«, p. 9), während er die Sande der Dauphiné mit *Nassa Michaudi* Thiol., *Auricula viennensis* Font., *A. Lorteti* Font., *Helix delphinensis* F., *H. Gualinoi* F., *Hipparion gracile* Kaup. noch als obermiocän oder pontisch bezeichnet (vergl. loc. cit. p. 8). Auf eine nähere Erörterung des relativen Alters dieser Ablagerungen möchte ich aber schon aus dem Grunde an dieser Stelle nicht eingehen, weil dieselbe nothwendigerweise zu einer neuerlichen Discussion der alten Streitfrage über die Grenze von Miocän und Pliocän führen müsste.

Hingegen würde es nunmehr meine Aufgabe sein, auch die Verhältnisse Italiens in den Bereich der Erörterung zu ziehen und die dortigen Äquivalente der mäotischen Stufe, sowie allfällige Spuren einer präpontischen Erosion zu besprechen. Da ich jedoch diese Verhältnisse nicht aus eigener Anschauung kenne und nicht in der Lage wäre, den Ausführungen Andrussows, der schon im Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1886 diesen Gegenstand sehr eingehend behandelt hat, wesentlich Neues hinzuzufügen, will ich mich darauf beschränken, mit wenigen Worten zunächst auf die Deutung hinzuweisen, welche Andrussow loc. cit. S. 136 bis 138 hauptsächlich auf Grund der Schilderungen Bosniackis der italienischen jungtertiären Schichtfolge gegeben hat.

Andrussow bemerkt, nachdem er mit Berufung auf Sueß, »Antlitz der Erde«, I, S. 425 der bei Bollène sichtbaren

vorpontischen Erosion gedachte, dass diese westeuropäische Erosionsepoche zweifellos mehr oder weniger der in der Krim wahrnehmbaren, sowie dem Kalkstein von Kertsch entspräche. In Italien aber fände sich eine ununterbrochene Schichtenreihe von der tortonischen Stufe bis zu den Congerienschichten inclusive. »Hier also correspondiert dem Kalksteine von Kertsch nicht mehr eine durch Erosion hervorgebrachte Lücke, sondern ein körperliches Glied der Schichtenreihe. Wenn wir aber entscheiden wollen, welcher Theil der uns interessierenden italienischen Schichtenfolge dem bedeutendsten Rückgange des Meeres entspricht, so finden wir, freilich bei der Voraussetzung, dass der Rückgang im ganzen Südeuropa gleichzeitig geschah, was eine große Wahrscheinlichkeit für sich hat, auch Äquivalente der vorpontischen Erosion und der vorpontischen Ablagerungen.« Andrussow erörtert sodann jene Schichtenfolge, welche in Italien zwischen den tortonischen und unterpliocänen Schichten liegt und als »formazione gesso-solfifera« bekannt ist, erwähnt, dass sie früher in der Gesammtheit den Congerienschichten der pontischen Stufe parallelisiert wurde, was jedoch nicht richtig sei, da die bezeichnenden Conchylien der pontischen Stufe nur im obersten Theile dieser Schichtreihe vorkommen. Nach den Untersuchungen von Bosniacki[1] theilt eine nicht mächtige, aber sehr beständige Zone der fischführenden weißen Mergelschiefer, welche früher mit tiefer liegenden Tripelschichten verwechselt wurde, die ganze Gypsformation in zwei Abtheilungen. Die obere Abtheilung (Zone *A* Bosniackis) ist durch Dreissenen, Cardien, Melanopsiden, Neritinen und Hydrobien charakterisiert, sie allein verdient den Namen der Congerienschichten. Die darunter liegende Zone *B* entspricht nach Bosniacki dem stärksten Sinken des Meeresniveaus. Die untere Abtheilung (Zone *C*) enthält keine Conchylien, sondern nur *Lebias crassicaudus* Ag. und Libellen und umfasst die größten Gypslager, während die anderen Zonen den Gyps nur stellenweise enthalten. In einigen Gegenden gesellt sich zu diesen drei Zonen noch eine gypsführende *(D)*, welche schon marine, tortonische Conchylien beherbergt.

[1] »La formazione gessosa e il secondo piano mediterranes in Italia«. Atti della Soc. Toscana, processi verbali, Pisa, 1880.

Andrussow sucht nun das Äquivalent des Kalksteines von Kertsch in der Zone *B*, da diese, wie Bosniacki bemerkte, dem stärksten Sinken des Meeres entspricht. »Es scheint mir auch« — sagt Andrussow loc. cit. S. 138 —, »dass nur die obersten Congerienablagerungen Italiens als pontisch bezeichnet werden dürfen, dass der untere Theil der Zone *A* älter sei, als die echten Congerien- oder pontischen Schichten und daher zusammen mit dem weißen Mergelschiefer *(B)* als vorpontisch auch zu den Äquivalenten des Kertscher Kalkes zu zählen sei«.

Viel ausführlicher hat Andrussow diesen Gegenstand im allgemeinen oder stratigraphischen Theile seiner großen Monographie: »Fossile und lebende Dreissensidae Eurasiens«, Petersburg, 1897 behandelt. Wir finden daselbst S. 523 bis 525 eine sehr dankenswerte Zusammenstellung der einschlägigen Literatur über die italienischen Congerienschichten, ferner eine eingehende Erörterung der Schwierigkeiten, welche sich der Parallelisierung derselben entgegenstellen, die verschiedenen Horizonte werden erörtert und insbesonders die Formazione gesso-solfifera und ihre Gliederung, sowie die Congerienschichten im engeren Sinne besprochen. Die letzteren werden den Congerienschichten von Bollène parallelisiert (loc. cit. S. 539), und da Andrussow diese gewiss mit Recht den Eisenerzschichten von Kertsch anreiht — während er in den Schichten mit *Helix Christoli*, *Helix Delphinensis*, *Nas a Michaudi* etc. ein Äquivalent der mäotischen Stufe erbli kt (vergl. loc. cit. S. 521) —, ist allerdings eine Verschiebung in der Deutung der italienischen Congerienschichten gegenüber der von Andrussow 1886 gegebenen Darstellung eingetreten. Damals äußerte er sich (Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt, XXXVI, S. 138) mit folgenden Worten: »Die wenigen bestimmt mit ausländischen identischen Molluskenformen der Zone *A* (von denen ich folgende anführen kann: *Dreissena rostriformis* Desh., *Cardium Partschii* C. Mayer, *Cardium semisulcatum* Rouss., *Melania curvicosta*, *Melanopsis Bonellii*) zeigen auf gewisse Verwandtschaft mit den untersten Congerienschichten außerhalb Italiens hin. Diese Formen kommen, meines Wissens, vorwiegend in dem oberen Niveau der Zone *A*, unmittelbar unter dem Pliocän vor, während die tiefer liegenden

Schichten mehr eigenthümliche, bis jetzt nur in Italien bekannte Formen enthalten. Es ist daher wohl sehr möglich, dass diese Schichten älter sind als der Odessaer Kalk und ihre Äquivalente bei Kertsch bereits den oberen Theilen der Übergangsgruppe entsprechen«. Ich glaube hiezu nichts weiter bemerken zu sollen, als dass mir die später von Andrussow gegebene Deutung, nach welcher die Congerienschichten Italiens im engeren Sinne denjenigen von Bollène und somit nicht dem untersten, sondern dem obersten Theile der pontischen Stufe entsprechen würden, ungleich wahrscheinlicher dünkt. Dann würde auch die in der Stufe *C* Bosniackis wahrnehmbare größte Einengung des Meeres der vorpontischen Erosion im Rhônebecken der Hauptsache nach zusammenfallen.

E. Sueß hat bereits (»Antlitz der Erde«, I, S. 423 und 424) erörtert, dass die große Einengung des Mittelmeeres, deren Spuren die vorpontische Erosion im Wiener Becken verräth, sich auch in Italien geltend macht und genau dasselbe stratigraphische Niveau einhält. Er pflichtet Bosniacki bei, welcher nicht wie Capellini die tiefer liegenden Tripel, sondern den weit verbreiteten Gypshorizont als das wahre Äquivalent der sarmatischen Stufe betrachtet. Darüber folgen dann in geringer Mächtigkeit bei Livorno und an einigen anderen Orten weiße Mergel mit Süßwasserfischen, *Melanopsis*, *Planorbis* etc. Sie entsprechen nach Bosniacki der Phase des größten Rückzuges des Meeres, denn in den darauffolgenden pontischen Ablagerungen erscheinen Spuren von Salzwasserfischen (*Dentex*, *Raja*), woraus Bosniacki folgert, dass der Stand des Meeres ein höherer gewesen sei, als während der Bildung der unmittelbar vorhergegangenen Süßwasserschichten.

Wir haben gesehen, dass die späteren Erörterungen dieses Gegenstandes durch Andrussow diese Ausführungen von Sueß über die Spuren des vorpontischen Rückzuges des Meeres in Italien vollkommen bestätigen. Sueß ist jedenfalls im Recht, wenn er (loc. cit. S. 425) sagt, »dass das Maximum des Zurückweichens wahrscheinlich an die Grenze der sarmatischen und der pontischen Zeit fällt; die Erosionen an der Donau und im Rhônethale und die eingeschaltete Schicht mit Süßwasserfischen in Toscana deuten darauf hin«.

Ich möchte aber, da ich schon bei der Besprechung italienischer Verhältnisse bin, daran erinnern, dass möglicherweise eine oft erörterte und in verschiedener Weise gedeutete Thatsache mit der vorpontischen Erosion zusammenhängt. Die aus den Alpen in die oberitalienische Ebene hinauslaufenden Thäler lassen insgesammt mehr oder minder deutlich erkennen, dass ihre Erosion weit tiefer hinabgreift, als dies dem heutigen Meeresniveau entspricht. Manche dieser Thäler lassen mit großer Deutlichkeit einen aufgefüllten Thalboden erkennen, und ich glaube in dieser Hinsicht zumal auf die unteren Thalstrecken des Tagliamonto hinweisen zu sollen, welche diese Erscheinung vielleicht noch deutlicher und augenfälliger erkennen lassen, als andere Alpenthäler Oberitaliens. Am auffälligsten ist die Sache freilich bei jenen oberitalienischen Seen, deren Boden unter den Meeresspiegel hinabreicht und doch, wie von der überwiegenden Mehrzahl der Autoren, die sich mit dem Gegenstande beschäftigten, angenommen wird, ein alter Thalboden ist. Man hat sich veranlasst gesehen, die Entstehung dieser Seen durch ein Zurücksinken der Alpen nach ihrer Erhebung zu erklären, es scheint mir aber, als ob diese Hypothese die zu beobachtenden Erscheinungen nur zum geringeren Theile erklärt.

A. Heim erörtert in seiner geologischen Monographie der Tödi-Windgällen-Gruppe, I, S. 316 bis 318 die Entstehung des Urnersees, er zeigt, dass der Grund dieses Sees ein alter Thalboden ist und findet die Ursache der Seebildung in einer Thalschwelle, welche das Wasser zum Rückstau zwang: »Zwischen Rigi und Rossberg ist das alte breite Querthal in seiner Entwickelung stille gestanden, denn hier fehlt der Fluss. Die Molasseschichten bilden hier eine Thalschwelle, welche durch ihre Hebung den Reußlauf zerschnitt und ablenkte. Die Thalschwelle liegt jetzt als anstehender Fels etwa 240 *m* höher als der Boden des Urnersees, welche beide einst von gleichem Wasser überströmt wurden. Die nächste Überlaufstelle fand das rückgestaute Wasser bei Luzern. Dort liegt jetzt die Erosionsbasis für das ganze obere Reußgebiet fixiert 200 *m* höher als der alte Reußlauf am Grunde des Urnersees. Ob mit Stauung der Molassewellen die inneren Alpentheile etwas gesunken

seien (Mojsisovics) oder nicht, ob mehr Hebung unten oder mehr Senkung oben die Ursache war, kommt ganz auf das Gleiche heraus. Zeichnet man die Längsprofile der Thalläufe vor und nach der Ablenkung der Reuß in richtigem Höhen- und Längsmaßstab, so sieht man, wie unbedeutend die Schwankungen waren«. Mit der Gebirgsbildung zusammenhängende verticale Bewegungen größerer oder kleinerer Gebirgsstreifen mögen in der That manche der Seebildungen in den Alpen erklären, zumal insoferne, als die durch sie geschaffenen relativen Höhenunterschiede Rückstau in alten Flussthälern bewirkten. Es scheint mir aber, als ob für die tiefgehende Erosion der alten Thäler der Alpen noch ein weiterer Erklärungsgrund heranzuziehen wäre.

Heim vergleicht (loc. cit. S. 319) mit den Verhältnissen der nordalpinen Randseen auch jene der südalpinen: »Die Binnenfjorde am Südabhange der Alpen wiederholen die gleichen Erscheinungen. Auch da finden wir einen ebenen Thalboden, der im oberen Theile des Lago di Como z. B. noch über dem Meerniveau liegt, welcher einst für jene Alpenthäler die Erosionsbasis war. Im unteren Theile reicht der Boden des Comersees etwa 200 *m* unter das Meeresniveau, woraus sich ein Gefälle thalauswärts von nicht einmal ganz $1^0/_0$ ergibt. Vielleicht würde eine vollständigere Tiefenuntersuchung, welche ein lückenloses Curvenbild des Untergrundes geben würde, eine terrassenförmige Zunahme der Tiefe thalauswärts erkennen lassen, welche eine nicht gleichmäßige, sondern in einzelnen Perioden vor sich gegangene Versenkung der alten Thäler unter das Meeresniveau beweisen würde. Der enorme Moränenschutt hat hier wohl zuerst das Thal vom Meere abgeschnitten und höher gestaut — vielleicht schon, bevor es Fjord geworden war. Die Niveauschwankung, welche zur Rückstauung des Wassers in seinem Thalbette den tiefsten dieser Seen am Südabhange der Alpen zu bilden vermochte, betrug nur 200 bis 250 *m* — höchstens so viel als bei der Bildung des Urnersees —, der Rest ist durch den Schutt des Pogebietes gestaut. Die meisten Fjorde Skandinaviens sind nach meiner Anschauung in ganz ähnlicher Weise gebildet. Die Versenkung des Landes in der ersten Hälfte der Quartärzeit hat die alten Fluss-

thäler überschwemmt«. Diesen Ausführungen Heims möchte ich insoferne unbedingt beipflichten, als durch dieselben die Seebecken als alte Erosionsfurchen bezeichnet werden, in welchen Thälern lediglich durch Rückstau das Wasser zu Seen gespannt wurde. Auch die Parallele zwischen den Fjorden Skandinaviens und den oberitalienischen Seen, über welche ja schon so viel geschrieben worden ist, halte ich insoweit für richtig, als es sich in beiden Fällen um wahre Erosionsthäler handelt, die bis unter den heutigen Meeresspiegel hinabsteigen. Dass hier wie dort die spätere Vergletscherung nur wenig zur Umformung dieser Thalfurchen hinzugethan hat, glaube ich nicht weiter darlegen zu müssen, da man ja von einer allzu weit gehenden Annahme der erodierenden Thätigkeit der Eisströme im allgemeinen so weit zurückgekommen ist, dass heute kaum jemand noch die Ansicht vertheidigen dürfte, dass diese Thalfurchen ihre Entstehung lediglich der Glacialerosion zu danken haben.

Es scheint mir aber die Erscheinung, dass die alten Thäler tief unter das heutige Meeresniveau hinabreichen, viel zu allgemein verbreitet, als dass man sie lediglich durch die Annahme von verticalen Bewegungen im Festen, die mit der Gebirgsbildung, der Emporwölbung und dem Nachsinken von Faltenzügen vollkommen zu erklären vermöchte. Hiezu dürfte vielmehr eine allgemeine Verrückung der Erosionsbasis nach abwärts, wie sie in dem Tiefstande des Meeres zur vorpontischen Zeit nachweislich vorhanden ist, Veranlassung gegeben haben. Der weitgehende Rückzug des Meeres, demzufolge man, wie schon Neumayr hervorhob, aus der pontischen Zeit keinerlei mediterrane Meeresbildungen kennt, während Sueß annimmt, dass das Mittelmeer ostwärts nicht über Sardinien und Corsica hinausgereicht habe (»Antlitz der Erde«, I, S. 426), musste nothwendig mit einer solchen Tieflage der gemeinsamen Erosionsbasis zusammenhängen, dass damals alle Flüsse in ihrer Erosionsthätigkeit wesentlich gefördert wurden und ihre Thäler viel tiefer einschneiden konnten, als dies vordem der Fall war. In den späteren Phasen nach Schluss der pontischen Zeit ist nie mehr ein so weitgehender Rückzug des Meeres eingetreten, so mannigfach auch die Veränderungen

im Mittelmeergebiete sein mögen, die sich seither ereigneten. Nachweislich ist das pliocäne Meer weit hinaufgestiegen in die Erosionsfurchen, welche zur vorpontischen Zeit ausgehöhlt worden waren, und auch zur Quartärzeit stand, wie die jungen Ablagerungen am Saume des Mittelmeeres, welche die eingewanderten Elemente einer nordischen Fauna enthalten, beweisen, das Meer höher, als dies heute der Fall ist. Seither ist bis in die historische Zeit hinein die Strandlinie des Mittelmeeres wieder intermittierend zurückgewichen, niemals aber ist, wie Sueß hervorhebt (»Antlitz der Erde«, S. 435) eine so große Einengung des Meeres eingetreten wie vor der pontischen Stufe.

Die Annahme, dass zur vorpontischen Zeit jene Thalfurchen der Südalpen ausgespült wurden, welche bis zu größerer Tiefe unter die heutige Meeresfläche hinabreichen, ist demnach eine sehr naheliegende. Wahrscheinlich ist es aber auch, dass zur vorpontischen Zeit die Neubelebung der Erosion, welche durch die tiefe Erniedrigung der Erosionsbasis hervorgerufen werden musste, eine weitgehende Änderung in den alpinen Flussystemen nach sich zog. Bis in die letzten Verzweigungen der Thäler musste sich dank dem Nachrückwärtseinschneiden der Thalfurchen der mächtige Impuls geltend machen, den die Erosion durch den Rückzug des Meeres erfahren hatte. Der Kampf der Flüsse um die Wasserscheiden musste plötzlich sehr lebhaft werden; Querflüsse mögen gerade zu jener Zeit in die Lage versetzt worden sein, dank ihrem stärkeren Gefälle den alten Längsthälern in die Flanke zu fallen, ihre Gewässer abzuleiten und die älteren Erosionsrinnen zu zerlegen. Die Ostalpen bieten uns manche Beispiele alter tertiärer Längsthäler dar, deren Zerschneidung schon vor der Glacialperiode stattgefunden hat, und es ist dann aus all den vorstehend angeführten Gründen zum mindesten höchst wahrscheinlich, dass die Änderung und Zerlegung der alten Thalsysteme gerade zur vorpontischen Zeit sich ereignete.

Wenn endlich, was mir ziemlich zweifellos scheint, die skandinavischen Fjorde durch Erosion von Seite fließenden Wassers vor der Eiszeit ausgefurcht worden sind, so ist mit ebenso großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass diese

Ausfurchung zur vorpontischen Zeit stattgefunden hat, denn es ist wohl vorauszusetzen, dass dem Rückzuge des Meeres, welches Sueß für das Mittelmeergebiet zur vorpontischen Zeit in so ausgedehntem Maße nachwies, eine eustatische negative Bewegung der Strandlinie zugrunde liegt. Ist dies der Fall, dann würden die vorpontischen Erosionsspuren im Inneren der Krim und an der Westseite des Neusiedlersees, sowie die größere Zerstörung älterer Bildungen im Rhônethal und das Auftreten der Süßwasserschichten unter den pontischen Bildungen Italiens, umfassende Veränderungen der tertiären Flussläufe der Alpen und die Eintiefung der südalpinen Flussthäler bis unter den heutigen Meeresspiegel ebenso wie die Bildung der skandinavischen Fjorde auf eine und dieselbe Grundursache zurückzuführen sein.